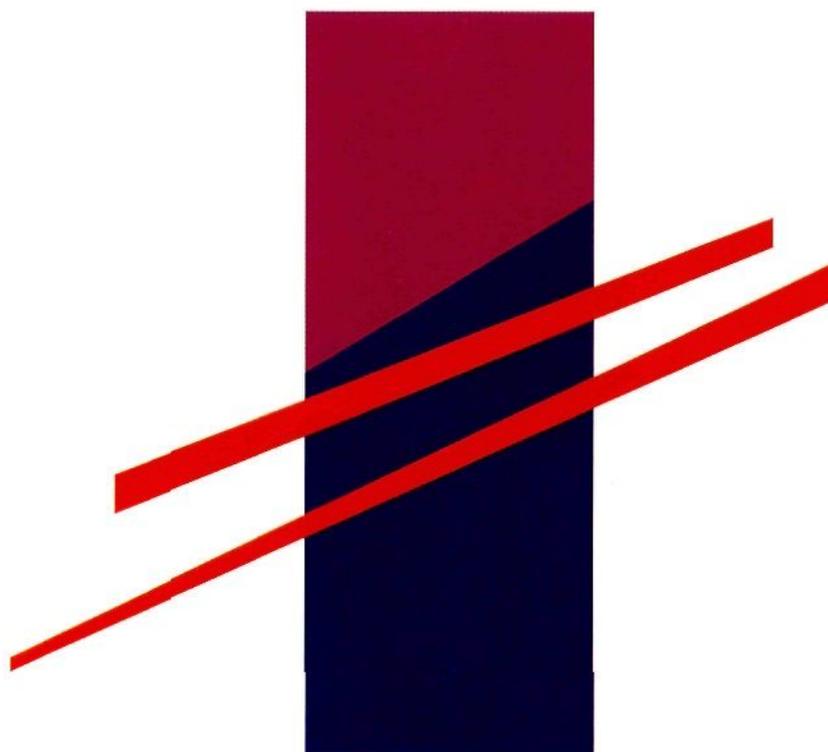


Materiales Didácticos

Ciencia, Tecnología y Sociedad

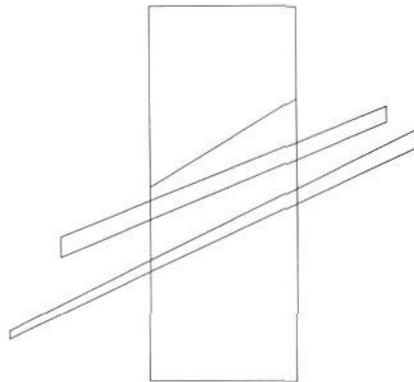


BACHILLERATO



Ministerio de Educación y Ciencia

Materiales Didácticos



Optativas

Ciencia, Tecnología y Sociedad

Autor:

Luis Fernández González

Coordinación:

Luis González Pérez
del Servicio de Innovación



CENTRO DE DESARROLLO CURRICULAR

DEPARTAMENTO DE PUBLICACIONES

- *Coordinación de la edición:* Ana Francisca Aguilar Sánchez
- *Maquetación y supervisión de pruebas:* María Isabel Salazar Garteizgogea



Ministerio de Educación y Ciencia

Secretaría de Estado de Educación

Edita: Centro de Publicaciones. Secretaría General Técnica
N. I. P. O.: 176-95-117-9
I. S. B. N.: 84-369-2673-0
Depósito legal: M. 25.038-1995
Imprime: Imprenta Fareso, S. A.
Paseo de la Dirección, 5 - 28039 Madrid

Prólogo

La finalidad de estos materiales didácticos para el Bachillerato es orientar a los profesores que, a partir de octubre de 1993, impartirán las nuevas enseñanzas de Bachillerato en los centros que han anticipado su implantación. Pretenden facilitarles el desarrollo de las materias de segundo curso, algunas de las cuales continúan las de primer curso. Con estos materiales el Ministerio de Educación y Ciencia quiere facilitar a los profesores la aplicación y desarrollo del nuevo currículo en su práctica docente, proporcionándoles sugerencias de programación y unidades didácticas que les ayuden en su trabajo; unas sugerencias, desde luego, no prescriptivas, ni tampoco cerradas, sino abiertas y con posibilidades varias de ser aprovechadas y desarrolladas. El desafío que para los centros educativos y los profesores supone el haber anticipado desde el curso 1992/93 la implantación de las nuevas enseñanzas, constituyéndose con ello en pioneros de lo que será más adelante la implantación generalizada, merece no sólo un cumplido reconocimiento, sino también un apoyo por parte del Ministerio, que a través de estos materiales didácticos pretende ayudar a los profesores a afrontar ese desafío.

El Ministerio valora muy positivamente el trabajo de los autores de estos materiales, que se adaptan a un esquema general propuesto por el Servicio de Innovación, de la Subdirección General de Programas Experimentales, y han sido elaborados en estrecha conexión con los asesores de este Servicio. Por consiguiente, aunque la autoría pertenece de pleno derecho a las personas que los han preparado, el Ministerio considera que son útiles ejemplos de programación y de unidades didácticas para la correspondiente asignatura, y que su utilización por profesores, en la medida en que se ajusten al marco de los proyectos curriculares que los centros establezcan y se adecuen a las características de sus alumnos, servirá para perfeccionar estos materiales y para elaborar otros.

La presentación misma, en forma de documentos de trabajo y no de libro propiamente dicho, pone de manifiesto que se trata de materiales con cierto carácter experimental: destinados a ser contrastados en la práctica, depurados y completados. Es intención del Ministerio seguir realizando ese trabajo de contrastación y depuración a lo largo del próximo curso, y hacerlo precisamente a partir de las sugerencias y contrapropuestas que vengan de los centros que se anticipan a la reforma.

La Resolución de 29 de diciembre de 1992 de la Dirección General de Renovación Pedagógica, por la que se regula el currículo de las materias optativas de Bachillerato, contiene en su anexo la información referida a esta asignatura que aparece reproducida al término del presente volumen.

Índice

	<i>Páginas</i>
I. INTRODUCCIÓN	7
Planteamiento previo	7
Un modelo de interpretación	8
Posibles ejes de desarrollo	11
Elección de un desarrollo	16
II. ORIENTACIONES DIDÁCTICAS Y PARA LA EVALUACIÓN.....	17
Algunas reflexiones sobre una propuesta didáctica	17
Algunas reflexiones sobre la evaluación	18
III. PROGRAMACIÓN.....	21
IV. DESARROLLO DE LA UNIDAD: EL SISTEMA TECNOLÓGICO: CONCEPTO Y ESTRUCTURA.....	25
Situación y finalidad de la Unidad	25
Conocimientos previos	25
Objetivos didácticos y contenidos.....	27
Actividades.....	28
V. BIBLIOGRAFÍA	45
VI. ANEXO: CURRÍCULO OFICIAL	51

Introducción

Como indica la introducción a esta asignatura, en su definición por el MEC (*Ver Anexo*):

«La finalidad central de la materia Ciencia, Tecnología y Sociedad consiste en proporcionar a los estudiantes una ocasión para relacionar conocimientos procedentes de campos académicos habitualmente separados, un escenario para reflexionar sobre los fenómenos sociales y las condiciones de la existencia humana desde la perspectiva de la Ciencia y de la Técnica ...»

Planteamiento previo

Pero como indica el mismo documento:

«A menudo, el estudio de la dimensión científica y técnica de la evolución social está ausente de la enseñanza de las ciencias sociales. Tampoco es habitual encontrar referencias a las condiciones y repercusiones sociales de una tecnología determinada en los programas de formación técnica. La fuerza de la tradición académica y el ambiente cultural, actuando sobre el diseño de los planes de estudios, ha hecho quizá que éstos aparezcan segmentados en exceso, segregados en dos ámbitos académicos injustificadamente estancos, uno humanista o de letras y otro científico y técnico.»

Es decir, que en la tradición educativa española aparece un vacío en lo referido a las reflexiones integradoras y globalizadoras de lo «técnico» y lo «humano».

Por ello, cualquier intento de aportar ideas o sugerencias con relación a una materia de este tipo, choca con un serio inconveniente: su novedad. No es una materia «clásica», cuyo manejo habitual por parte del profesorado (admitiendo todas las diferencias de matiz que se quieran considerar en cada desarrollo) haya ido creando un «contexto cultural» de puntos comunes que faciliten la transmisión de mensajes sobre la misma. Nos hallamos ante un planteamiento novedoso sobre un campo de trabajo que, aunque camino trillado para algunos, todavía está en el terreno de lo discutible para muchos.

Generalmente, y en una primera aproximación, lo relativo a esa interacción Ciencia-Técnica-Sociedad, aparece como constituido por una masa enorme de hechos, conceptos e interrelaciones, de donde emergen, quizá con demasiada relevancia (ayudando a confundir el resto), determinados significados aparentemente distantes entre sí, aunque intuitivamente relacionados (Tecnología y desarrollo económico-social, catástrofes ecológicas, decisiones democráticas sobre impactos ambientales, principios «objetivos» de organización de la sociedad, etc.).

Dificulta cualquier reflexión con intención clarificadora el hecho de que, en su planteamiento, resulta necesario utilizar términos que, aunque de uso habitual (y quizás por ello), encierran significaciones difusas e incluso dispares.

Y, por último, y en lo que se refiere a la propuesta de esta disciplina, dada su pretensión interdisciplinar, es decir, su intención de convertirse en posible campo de trabajo de diversos departamen-

tos de Secundaria, al ampliar notablemente el campo de «estructuras previas» desde las que se puede observar, se complica más la buscada unicidad del mensaje.

Todo lo anterior quiere justificar que, con el fin de que la lectura de los desarrollos posteriores resulte similar para todos, esta introducción dedique una parte a la presentación de una propuesta de conceptos, más con la intención de dejar claros los puntos de partida del autor, que pretendiendo dictar interpretaciones.

Un modelo de interpretación

De la propuesta oficial establecida en la Resolución que regula el currículo de las materias optativas (*ver Anexo*) se desprende que el objetivo central de la materia es llegar a permitir al alumno una posición crítica sobre la interrelación entre el contexto en el que se desarrolla nuestra vida individual y social, y el propio desarrollo vital; es decir, sobre ese complicado sistema, en parte ajeno a la acción del hombre, y en parte producto precisamente de su acción, que puede ser (hoy, a las puertas del siglo XXI) designado como TECNONATURALEZA.

Como modelo de acción, se propone adoptar la convención de considerar un macrosistema en el que se pueden distinguir tres campos (o subsistemas): el de los hechos naturales (la Naturaleza), el de las relaciones humanas (la Sociedad) y el de las acciones modificadoras del hombre sobre el medio (la Tecnoestructura). A este macrosistema le correspondería el ya complicado nombre de SOCIO-TECNO-NATURALEZA. Asimismo se propone tomar como eje de aproximación a dicho sistema, para poder alcanzar la posición crítica antes planteada, precisamente el último campo citado, el de la acción humana transformadora, poniendo especial énfasis en el análisis de las interrelaciones que en él aparecen entre la capacidad de actuar (*saber-poder-hacer; saber cómo hacer*), la fundamentación de esta acción (*saber por qué hacer, saber qué va a pasar antes de hacer*) y el cúmulo de saberes generales de la humanidad (*saber por qué*).

Para la articulación, siquiera esquemática, de este sistema, es necesario acotar el significado de algunos términos. Por ello y en lo que sigue, se propone aceptar que:

- La palabra **TÉCNICA** hace referencia a todas y cada una de las acciones, intencionadas y eficientes, transformadoras del medio en beneficio del hombre. (Consecuentemente, por una técnica entenderemos un conjunto de estas acciones asociadas entre sí con algún criterio)
- La palabra **CIENCIA** hace referencia al discurso sobre el ser de los hechos y las cosas, en busca de su porqué, destinado a dar razón de las apariencias.
- La palabra **TECNOLOGÍA** (en sentido estricto) hace referencia a una ciencia especial y concreta cuyo objeto de estudio es la acción y los resultados de la Técnica, asumiendo la descripción ordenada de ambos. Su carácter especial aparece cuando, por tener como objeto de estudio actos humanos (repetibles a voluntad), recíprocamente, establece la fundamentación y tutela de esas realizaciones y, por tanto, de la evolución de la Técnica. (Nos referiremos a una tecnología como base de fundamentación y tutela de una técnica dada).

Desde este planteamiento, así como las Ciencias de la Naturaleza recorren (acotado en diversas parcelas) el campo de los hechos y fenómenos naturales (naturfactos), la Tecnología recorre el campo de estudio de los hechos y productos de la Técnica (artefactos).

Y así como las Ciencias de la Naturaleza realizan, para su desarrollo, acotaciones en el campo de los naturfactos (la Biología recorre todo lo referido a los seres vivos, la Química todo lo relativo a los procesos explicables desde la corteza de los átomos, etc.), también en el campo de los artefactos es necesario realizar acotaciones.

Atendiendo al tipo de elemento que sufre la transformación por la acción intencionada de la Técnica, se pueden distinguir dos grandes grupos de artefactos:

- a) Artefactos producidos por la manipulación (transformación) de objetos naturales, o de otra manera, de objetos sometidos a las leyes de la Naturaleza (naturfactos): una manta, una locomotora, un edificio, una red de comunicaciones, un lápiz, un sistema de regulación de tráfico, etc., etc.
- b) Artefactos producidos por la manipulación de convenciones humanas (lingüísticas, semánticas, éticas, etc.): una sentencia judicial, un mensaje publicitario, un verso, una lección, las reglas de un juego, etc., etc.

Tradicionalmente se reserva el término Tecnología para el estudio de los artefactos del grupo **a)**, aunque cada vez más se va utilizando para artefactos del grupo **b)**. Así, se habla de Tecnología de la Conducta, Tecnología de los Recursos Humanos, etc. (fenómeno paralelo a la consolidación de «ciencias» que estructuran y organizan estos campos).

En estas hojas se propone una utilización del término Tecnología totalmente abierto, aunque reconociendo que, salvo indicación contraria, se interpretará siempre relacionado con artefactos del grupo **a)**.

Por otra parte, también es posible distinguir en la Tecnología, y de forma similar a como se distinguen en toda Ciencia, una parte «descriptiva» de los elementos, sus propiedades y los fenómenos entre ellos, y una parte «explicativa» donde se plantean los modelos y se dan razones de las apariencias, estableciendo un «cómo son» las cosas, que justifique el «cómo se comportan».

Para la Tecnología, el apartado descriptivo relataría el «cómo hacer», y los medios y productos de la Técnica. Si limitamos su campo de trabajo a los artefactos del grupo **a)**, la búsqueda de razones que justifiquen los hechos (el apartado «explicativo») habría que hacerla en las Ciencias de la Naturaleza que «explican» los fenómenos «naturales» de los que se parte, es decir, en este caso, hacer Tecnología es buscar la fundamentación en las Ciencias de la Naturaleza de los actos y productos (artefactos) técnicos, así como cimentar en, y tutelar desde, esas Ciencias, las realizaciones y evolución de la Técnica.

La anterior propuesta de definiciones (Técnica=acción transformadora / Ciencia=substrato de conocimiento ordenado / Tecnología=fundamento en y tutela desde la Ciencia, de la Técnica) permite un uso no estricto (y próximo al lenguaje coloquial) de los términos Técnica y Tecnología. Ambos pueden utilizarse como equivalentes incluyendo entonces cada uno el contenido anteriormente atribuido a los dos. La palabra técnica se referirá adecuadamente a un conjunto de acciones fundamentadas cuando el componente de acción sea el preponderante (así por ejemplo procede hablar de la «técnica de las ruedas hidráulicas en el siglo XVII»). Consecuentemente la palabra tecnología designará adecuadamente un conjunto de actos técnicos y sus fundamentos cuando éstos sean mucho más significativos que los primeros (como por ejemplo en la «tecnología del Láser»).

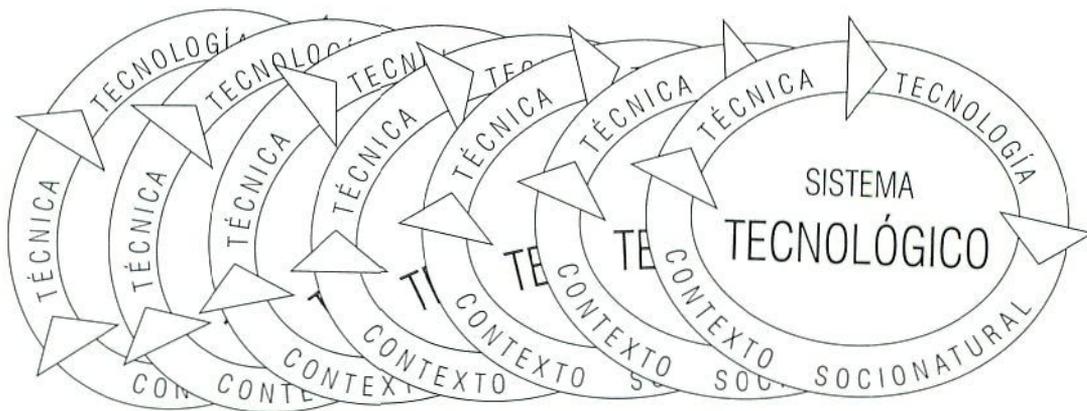
Pero obviamente, la Técnica, como manifestación humana, no constituye un hecho aislado, independiente del hombre, y cedida a éste por los dioses como en el mito de Protágoras. Los actos técnicos se producen porque hay una necesidad o demanda (individual o colectiva), se realizan dentro de un contexto limitador (de materias, de recursos, de valores, etc.), y se proyectan sobre el medio, sobre algunos hombres de forma particular (usuarios y realizadores) y sobre el conjunto de los hombres (sus modos de vida, sus creencias y valores) de forma general. Algunas de sus consecuencias son (con un cierto grado de perfección/imperfección) las buscadas; otras, aparecen como imprevistas, y generalmente perjudiciales para el medio y los propios hombres (usuarios/ejecutores/público en general). En su acción, la Técnica es vista, sentida y vivida por sus propios actores/receptores constituyendo una parte muy importante de sus interrelaciones (de su papel y relaciones en la Sociedad). Aparece pues un contexto **socionatural** en donde se realizan los actos técnicos.

El conjunto formado por una técnica, su tecnología asociada y su contexto sociocultural constituye un sistema cerrado, y que puede aislarse relativamente para su estudio, que denominaremos SISTEMA TECNOLÓGICO (Figura 1).



Figura 1

Y el conjunto de todos los sistemas tecnológicos así considerados constituye la TECNOESTRUCTURA a que nos referimos al principio (Figura 2).



TECNOESTRUCTURA

Figura 2

Restringiéndonos al punto de vista de los saberes, (importante si damos por aceptada la óptica de su interrelación para los análisis propuestos), cada sistema tecnológico admitiría una radiografía similar a la *Figura 3*.

Supuesta esta convención, podremos ya decir que pretendemos aproximarnos a la tecnoestructura a través del estudio de sistemas tecnológicos, identificándolos por sus componentes activos (su saber hacer = técnica, y su saber por qué hacer = tecnología) para dirigirnos fundamentalmente al estudio de su contexto socionatural.

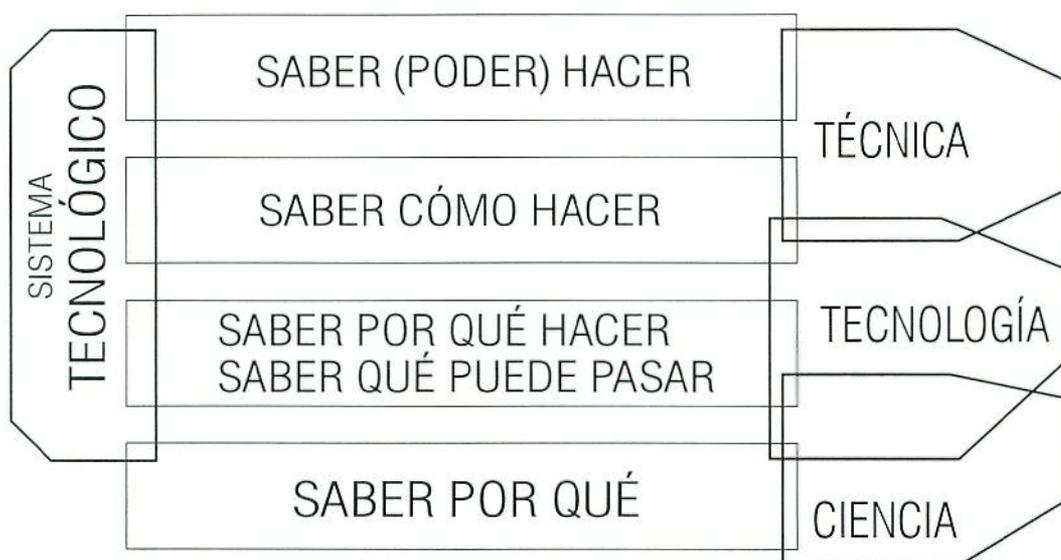


Figura 3

Desde el punto de vista de su articulación en clase, la Resolución que regula el currículo de las materias optativas (*ver Anexo*), reconociendo la amplitud del campo temático que se pretende abordar, las diversas concreciones a las que se puede llegar, y resaltando su carácter interdisciplinar, presenta la materia ordenada en torno a cinco núcleos o ejes lógicos.

Posibles ejes de desarrollo

El primero hace referencia, delimitación y presentación histórico-evolutiva del conjunto de conceptos a estudiar. El segundo está destinado a la articulación de dichos componentes y la estructuración del sistema. El tercero hace referencia a las repercusiones directas (productos) e indirectas (impactos y residuos) de la actuación del sistema. El cuarto incluye las formas y limitaciones de la Sociedad para establecer el control sobre el sistema global. Y por último, el quinto, se destina a la reflexión crítica (¿filosófica?) sobre el citado sistema desde múltiples ópticas (ética, antropológica, estética, etc.).

Paralelamente, esos ejes se presentan como grandes bloques de contenido, apareciendo como cinco grandes capítulos (aunque se remarca la intencionalidad de no establecer una secuencia e incluso se reconoce la dificultad para la inclusión de todos los contenidos en cada concreción que de la materia se realice).

Indudablemente, una materia netamente interdisciplinar como la que abordamos, y dirigida a grupos de alumnos con muy diversos objetivos e itinerarios formativos, ha de apostar por plantea-

mientos flexibles que permitan su concreción, sin perder sus objetivos, en todas las posibles combinaciones de entorno + profesor + alumnado que se presenten.

Una forma general de abordar el problema, concordante con la propuesta oficial, puede ser considerar el bloque quinto, el de la reflexión crítica (filosófica), como el final del camino a alcanzar en todos los planteamientos (...clave que cierra y da coherencia a los anteriores... (Ver Anexo), eligiendo uno cualquiera de los otros cuatro (esquema evolutivo, estructura y relaciones, productos e impactos, mecanismos de control) como línea de aproximación a dicho final, y considerando los tres restantes como transversales en dicha aproximación.

Aparecen así cuatro formas distintas de abordar la materia según sea el eje lógico elegido.

Planteamiento histórico-evolutivo

Parte de tomar como eje de aproximación el cronológico, es decir el bloque primero de la propuesta oficial. Obviamente es impensable (e inadecuado) pensar en plantear una historia «dura» de los hechos y acontecimientos técnico-científicos. Caben, sin embargo, otras posibilidades.

Una opción posible, y mucho más ajustada al planteamiento de la materia, sería recorrer la Historia desde la óptica de la evolución de las ideas en este terreno. En este sentido, y al objeto de permitir incorporar como componentes transversales los contenidos relativos a realizaciones, impactos y sistemas de control, se puede desarrollar el curso alrededor de cuatro o cinco momentos singulares de esta historia, precisamente significativos por la evolución en ellos de la relación entre el actuar (la Técnica), el saber (la Ciencia), y su incidencia en la Sociedad.

Un ejemplo en esta línea podría ser el construido con cinco unidades didácticas en torno a los siguientes momentos:

Unidad 1

LA TÉCNICA EN EL NACIMIENTO DE LA CIENCIA: DE LOS EGIPCIOS Y LOS BABILONIOS A LOS PRE-SOCRÁTICOS. LA GRECIA ANTIGUA.

En torno al nacimiento de la ciencia occidental aparece una primera reflexión acerca de cómo las técnicas anteriores (comerciales en Babilonia, constructivas en Egipto) sembraron el campo donde nace la reflexión generalizadora de la Ciencia. El contexto sociopolítico griego, extendido hasta *Alejandro*, permite analizar con nitidez las relaciones entre el saber, el actuar transformador, su fundamentación, y su contexto socioeconómico.

Unidad 2

LA TÉCNICA EN LA PRIMERA REVOLUCIÓN DE LA CIENCIA: DEL PARADIGMA ANTIGUO AL PARADIGMA CLÁSICO. EL RENACIMIENTO.

En la evolución del pensamiento occidental, el Renacimiento aparece como otro momento singular. De nuevo la unión de la Técnica y la Ciencia en las cabezas dominantes del momento (Da Vinci, Galileo, etc.) produce la gran revolución en la estructura del conocimiento (de la ciencia cualitativa a la ciencia cuantitativa). Paralelamente la ruptura de los gremios da luz a la figura del *magister ingenii*, ingeniero renacentista y germen del técnico actual. Las necesidades bélicas, el reforzamiento de los reyes frente a los señores feudales y las necesidades energéticas configuran el contexto del momento. La tala de bosques para la construcción de naves anuncia el impacto de la Técnica sobre la Naturaleza.

Unidad 3

LA INTERACCIÓN TÉCNICA/CIENCIA EN LAS REVOLUCIONES INDUSTRIALES: DE LA PALEOTECNIA A LA NEOTECNIA.

La explosión de actos y resultados técnicos modifica significativamente el medio donde el hombre desarrolla su vida. En un primer impulso son los hombres de acción, forjados en la construcción de instrumentos de precisión para la navegación, los autores empíricos de este desarrollo (puesto de relieve en el telar y la máquina de vapor). Mas tarde, será la Ciencia, enriquecida explosivamente por el banco de datos de esa acción técnica, quien tomará el timón y conducirá la innovación tecnológica y con ello las modificaciones de la tecnoestructura (los tintes, la electricidad, las aleaciones metálicas lo ejemplifican).

Unidad 4

EL COMIENZO DEL SIGLO XX: LAS DOS GUERRAS MUNDIALES Y EL APOGEO DE LAS CIENCIAS QUÍMICA Y FÍSICA.

El espaldarazo final de la preponderancia de la Ciencia vendrá de la mano (coincidencia desgraciadamente repetida) de la guerra. La Primera Guerra Mundial supondrá el dominio de la Química en las «artes» de matar. La inmediatamente próxima Segunda Guerra Mundial, a través del radar y sobre todo de la bomba atómica, supondrá el comienzo del reinado de la Física.

Unidad 5

EL PAPEL DE LA TECNOLOGÍA EN LA EVOLUCIÓN DE LA TECNOCENCIA ACTUAL Y EN LA ESTRUCTURACIÓN DE LAS RELACIONES HUMANAS.

En el momento presente, apagada la Guerra Fría y la Carrera Espacial, el mundo occidental se enfrenta a muy grandes problemas estructurales (desigualdades económicas, distancias culturales, etc.). La Ciencia ha perdido totalmente la apariencia de reflexión altruista y desinteresada para someterse a las necesidades de la Técnica (política de los programas de investigación). Paralelamente, en la Técnica desaparece el espacio para la acción empírica e intuitiva y cada vez se exige un mayor bagaje científico para su innovación. El conocimiento ordenado y su acción transformadora (la Tecnociencia para los sociólogos del conocimiento) girando alrededor de su nexo de unión, la Tecnología, constituyen uno de los armazones fundamentales de la vida humana, tanto por sus construcciones y resultados, como por la modificación de conceptos y valores. Los grandes proyectos (vida artificial, ingeniería genética, etc.) abren nuevas fronteras al propio concepto de hombre y, simultáneamente, parecen convertirse en infraestructura de las ideologías.

Cada una de estas unidades, tomando como núcleo el cambio del pensamiento humano preponderante en el momento estudiado, recorrería transversalmente la estructura del sistema socio-tecnológico de dicho momento, (infraestructuras y realizaciones técnicas, relaciones sociales, etc.), así como la visión, valoración e intentos de control desde su correspondiente contexto socio-histórico.

Otro de los planteamientos posibles, desde la misma óptica, sería seleccionar algún proceso técnico y acompañar su evolución a lo largo de un período histórico suficientemente significativo.

Un buen ejemplo lo puede constituir el estudio de la navegación. Como fenómeno tecnológico, arranca como una respuesta técnica a una necesidad humana, como solución empírica a un problema: el de desplazarse por el agua. Sus soluciones inciden inmediatamente en la estructura y desarrollo de los pueblos. Se crean y perfeccionan procesos constructivos. Aparecen los primeros «técnicos» en el sentido actual: los navegantes (*kybernetes*). Se modifican las estructuras económicas con el desarrollo del comercio. Se intercambian culturas de pueblos muy distantes. Se comienza el acopio ordenado de conocimientos (¿investigación científica?): cartas de navegación y mapas. Se impulsan las Ciencias (Matemáticas, Astronomía, etc.). Se desforestan las zonas próximas a las atarazanas de construcción de buques. El desarrollo técnico influye en las formas de navegación (la vela, el vapor). El poder en el mar es un poder político: imperios y colonias. La Ciencia aprende de, y luego tutela y fundamenta a la Técnica: evolución del diseño naval. Los satélites artificiales sustituyen a las estrellas en la navegación: la tecnoestructura desplaza a la naturaleza. La economía se internacionaliza con el transporte de grandes volúmenes. Se producen grandes catástrofes técnicas (los barcos de la serie Liberty rompen por la soldadura), humanas (Titanic), ecológicas (grandes petroleros). Se asumen grandes riesgos (transportes radioactivos, inmersión de residuos, etc.).

Es decir, tomando como eje la evolución de la navegación en el tiempo, se pueden introducir aquellos componentes del currículo que se consideren significativos para llevar la materia a término.

Planteamiento sistémico internalista

Desde dentro del sistema

Desde una óptica sistémica, el objetivo global de la materia, puede plantearse como un acercamiento crítico a la evolución del macrosistema eco-socio-tecnológico. Y una forma de acercamiento puede ser el análisis del mismo. Este planteamiento parte de considerar aisladamente los tres grandes subsistemas componentes del antes citado: Natural, Social y Tecnológico.

El subsistema natural (la Naturaleza) ha sido objeto de abundantes esfuerzos de aprendizaje durante el currículo ya recorrido por el alumno; queda quizás replantearlo como un todo interrelacionado, enfocararlo como un sistema relativamente aislable del contexto, para su estudio.

Algo similar, aunque en menor grado, cabe decir del subsistema de las relaciones sociales (la Sociedad), al que el currículo anterior también ha dedicado un abundante esfuerzo. Aquí es mucho más difícil introducir la visión sistémica, quizá por la aparente (sólo aparente) antinomia que existe entre «lo genuinamente humano» y los «modelos tecnificantes». La comparación con el sistema anterior puede facilitar esta labor.

Resulta, sin embargo, generalmente nueva la consideración de los sistemas tecnológicos (aunque en una trayectoria normal por el currículo diseñado por el MEC, el área de Tecnología de la Educación Secundaria Obligatoria debiera de introducir, de manera más activa que sistemática, los modos de actuar de la tecnociencia). Se hace necesaria una reflexión previa sobre lo que significa la acción transformadora del medio en beneficio propio, que singulariza la aparición del hombre como tal; es decir, significar lo que es la Técnica; diferenciar la actuación empírica de la fundamentada, señalando la aparición de una componente, la tecnológica, de fundamentación y tutela de la acción transformadora; considerar los recursos materiales (materias primas y medios de producción) limitados y, por tanto, valiosos, sobre los que actúa el sistema, así como los considerados como «recursos humanos» (mano de obra+formación); significar la presencia del capital, «comodín» canjeable por cualquiera de los recursos anteriores y, por tanto, constituido en valor de referencia necesario y poderoso; anotar, por fin, el conjunto de valores y creencias de los hombres (sobre todo de los poderosos) que inciden y condicionan los movimientos del sistema.

En esta línea de acción, la convergencia hacia la construcción del sistema tecnológico es el hilo conductor que permitirá la incorporación de los demás contenidos ahora transversales. Para su planteamiento, es necesario aislar algunos sistemas que resulten significativos, procediendo a la reconstrucción histórica de los momentos más característicos, analizando la evolución de las ideas en ellos, y cada contexto sacionatural. En su análisis, habrá que considerar los antecedentes de sus acciones, sus condicionantes y límites, así como sus consecuencias. Para completar el estudio, será necesario identificar unos medios de control y unos criterios para su aplicación. Estructurado el sistema llega el momento de enjuiciarlo críticamente.

Planteamiento sistémico externalista

Desde fuera del sistema; visión «ecologista»

Complementariamente al planteamiento anterior, se puede tomar como hilo conductor la actuación de los sistemas tecnológicos vistos desde sus consecuencias. Caben aquí dos visiones que se deben compensar, salvo deseo explícito de sesgar el planteamiento. Se pueden tomar como punto de arranque algunos de los grandes logros de la tecnociencia actual (energía, comunicaciones, urbanismo, etc.) y a través de ellos, plantear los otros contenidos (evolución histórica, causa y medios de realización, interrelaciones entre el actuar y el saber en este campo, evolución de los mismos, contextos sociales y económicos, logros y errores, modificaciones sociales y culturales, repercusiones económicas, políticas de desarrollo: riesgos, controles y responsabilidades, etc.). O bien (y resultará seguramente más significativo para los alumnos) partir de algunos impactos negativos de la acción de la tecnociencia (grandes cantidades de petróleo vertidos al mar, los residuos humanos en las aguas, la explosión de una central nuclear, muertos producidos por una máquina «de curar» que no se sabe controlar, muertos producidos por un producto en su uso industrial, etc.) y a partir de ellos reconstruir el proceso.

En ambos casos, o en el que resulte de la mezcla de los dos, hay que tener presente que el planteamiento sólo tiene una misión didáctica, pretende dotar a la acción docente, durante el curso, de un hilo conductor que permita dar significado a los distintos contenidos, y no debe constituirse en sí en una declaración de principios.

Planteamiento político o de políticas tecnológicas

De responsabilidades

Desde una posición aún más exterior, y partiendo de la presencia y actuación necesaria de los sistemas tecnológicos, se puede tomar como eje conductor, la necesidad, el modo, y los criterios de control de los mismos.

Aplicado el estudio a algún sistema tecnológico que resulte relevante en la concreción a construir, se puede entonces reconstruir los contenidos transversales: estructura y componentes del sistema estudiado, antecedentes históricos, relaciones saber/actuar en él, consecuencias positivas y negativas de su funcionamiento, etc., llegando a las puertas de la reflexión central.

En este planteamiento, es la necesidad de controlar el funcionamiento de los Sistemas Tecnológicos la que desencadena el proceso.

Elección de un desarrollo

En lo que sigue, y para el posterior desarrollo de la programación, se opta por el segundo de los planteamientos propuestos, es decir, por un planteamiento sistémico internalista, o si se prefiere, se elige como eje de trabajo la estructuración y análisis del sistema Socio-tecno-natural desde su interior.

Y las razones para ello no han de buscarse en ninguna jerarquización objetiva entre los distintos planteamientos, al menos desde el punto de vista del autor. En este caso, y entre las variables a considerar, dos han decidido la opción: la formación y campo habitual de trabajo del autor (Ingeniero Industrial/Profesor de Tecnología), y el contexto donde habitualmente lo hace (un centro que integra desde la Ley General de Educación de 1970 estudios generales y técnico-profesionales en un contexto urbano donde sólo existe Universidad Politécnica).

Todo ello no debe inducir a creer que el planteamiento por el que se opta limite su utilidad a alumnos con una clara intencionalidad de adquirir formación técnica. Aunque sus modos de expresión y sus pautas de organización sintonicen más fácilmente con discentes proclives a ópticas técnico-científicas, puede ser aplicado (con la debida sensibilidad) con generalidad.

Orientaciones didácticas y para la evaluación

Como es fácil suponer, a un amplio abanico de posibles formas de organizar la materia se corresponde también un campo diverso de opciones metodológicas, y sólo dentro de cada una de ellas cobran sentido las orientaciones didácticas que se comenten.

A estas alturas del currículo, superada la Educación Secundaria Obligatoria, los alumnos tienen necesariamente que iniciar un proceso de sistematización y conceptualización de sus conocimientos. Por ello, en el planteamiento de la asignatura, intencionadamente se opta por una formulación que, al intentar «modelizar» una realidad, obligue al esfuerzo conceptualizador. Paralelamente no debe perderse de vista el objetivo global de «reflexión crítica sobre ...», con el que parte dicha asignatura.

Parece necesario, pues, un planteamiento didáctico que facilite la iniciación en esa labor de abstracción y conceptualización permitiendo a la vez alcanzar una posición final suficientemente desahogada que permita conclusiones críticas.

En estas páginas se opta por una *metodología mixta*. Por una parte, esta disciplina debe aportar un paquete considerable de conceptos, imprescindibles para armar las herramientas de análisis que permitan la observación detenida y crítica de las relaciones Ciencia/Tecnología/Sociedad, por lo que parece ineludible una primera acción didáctica encaminada al planteamiento, discusión y asimilación de esta estructura conceptual.

Por otra parte, y como forma de trazar un camino a seguir en un campo tan amplio y entrecruzado de saberes, se pretende aglutinar la mayor parte de la acción de los alumnos alrededor de un proyecto propio: el análisis de un determinado Sistema Tecnológico. Obviamente, aquí el «proyecto» no es más que un recurso didáctico, y como tal no debe exceder en nada lo estrictamente necesario. El «*método del proyecto*», al dotar la acción didáctica de un eje «de procedimiento», puede aumentar la significación de los contenidos tratados y por tanto reforzar la motivación. Pero, sin la acertada gradación y tutela, también puede suponer una apuesta por la desorientación (y por tanto el desánimo) y una importante sangría de un tiempo no muy abundante.

Y por último, el curso debe finalizar con una reflexión crítica que necesariamente ha de trascender los límites de cada trabajo grupal, siendo necesario romper la dinámica del proyecto para retomar una dinámica colectiva con importantes tiempos de debate.

Como se puede ver en la programación posterior, se plantea una *primera Unidad* didáctica destinada a la presentación del modelo de análisis. Aquí, y dado el hábito de reflexión abstracta que podemos esperar (del alumno medio, se sobreentiende), es necesario un importante esfuerzo de acotación y depuración de los conceptos. Se hace imprescindible que el alumno *aprehenda* una estructura conceptual mínima que oriente su trabajo posterior.

Este recorrido conceptual se debe plasmar en el lanzamiento de los trabajos de grupo. Esta fase debe cubrir una doble finalidad. Por un lado, especificar muy claramente lo que se va a entender

Algunas reflexiones sobre una propuesta didáctica

por el proyecto posterior, significando sus fases, medios y objetivos. Por otra, y precisamente a la luz de estos últimos, clasificar las distintas opciones que se vayan presentando tomando como criterio la riqueza del análisis que parecen ofrecer. Esto último permitirá, por un proceso de iteraciones sucesivas, seleccionar un conjunto de problemas para el análisis, que garanticen unos recorridos mínimos sobre los objetivos y contenidos de la materia, así como ayudará a clarificar durante su desarrollo muchos de los puntos de la primera fase que lo precisen.

Durante este trabajo de selección, tiene que quedar claro por qué la elección no puede ser caprichosa por parte del alumno, pero también tiene que huirse de la sensación de que el profesor tiene un «catálogo de soluciones» de donde, necesariamente, han de seleccionar su problema los alumnos. Sería, por el contrario, muy interesante integrar distintos trabajos, bien por yuxtaposición o por complementariedad, en macrotrabajos de aula, lo que facilitaría, como veremos, el desarrollo de la última Unidad.

Desde el punto de vista de la dinámica de clase, si bien en la primera Unidad la iniciativa ha sido fundamentalmente del profesor y durante ella se ha ido introduciendo (de forma paulatina y dialogada (¿dialéctica?)) la actividad del alumno, la *segunda Unidad* descansa sobre el trabajo de grupo. Supuestamente identificada la labor, debe producirse la primera «inmersión» en el trabajo autónomo de cada equipo. En este caso, para conocer y delimitar el sistema a estudiar desde la óptica histórica o al menos evolutiva.

La discreta labor de apoyo, tutela y control puede ser crucial en este proceso para que los distintos grupos «sientan» que realmente «despega» su trabajo. Aquí es donde es necesario conseguir el *tempo* que permita a los alumnos (optimizando los recursos del método del proyecto) sentirse inmersos en un trabajo difícil (y por tanto interesante) y a la vez realizable. Y aquí es donde se manifiestan, entorpeciendo el proceso, las distintas capacidades, recursos, estímulos y grados de interés de cada alumno. Sólo la dedicación, la intuición, los habituales recursos profesionales y un poco de fortuna por parte del profesor permiten llevar a «buen puerto» a «todos los barcos».

El desarrollo de la *tercera Unidad* debe marcar la «madurez» en el funcionamiento de los distintos grupos de trabajo. En ella se gesta la mayor parte de la información que va a servir de base para el trabajo de la última unidad y «cierre» del curso. Es pues necesaria la atención, no ya sólo para el *cómo* lo están haciendo, sino también para el *qué* están logrando, a fin de poder corregir fallos que hipotecarían la continuidad del proceso.

La *cuarta Unidad* supone cortar la dinámica del proyecto. Ahora es necesario que el resultado del estudio individual de cada grupo se convierta en vehículo y cauce de la reflexión crítica del colectivo. Para que esto resulte, es necesario que el trabajo hasta aquí, no sólo haya producido unos resultados objetivos «presentables», sino que la propia dinámica del mismo haya generado las «estructuras sociales» (intergrupales) imprescindibles para el debate final. Sólo si se ha conseguido una relativa integración de los grupos de trabajo, una cierta actitud de respeto crítico hacia los demás y sus planteamientos, así como el grado de comunicación y mutua confianza que permita exposiciones relajadas y fluidas, será posible construir esta última parte del curso, donde al profesor le corresponde el papel de inductor, moderador y catalizador de las conclusiones en «tiempo real», es decir, a la misma velocidad que se van produciendo los acontecimientos (¡suerte!).

Algunas reflexiones sobre la evaluación

De la dinámica planteada como fórmula para desarrollar el curso se deduce que una gran cantidad de los datos que permitirán la evaluación de los alumnos debe recogerlos el profesor directamente del funcionamiento de la clase.

No debe inducir a error el hecho de que una parte importante del curso gire alrededor de un «proyecto», haciendo descargar el peso importante de la evaluación sobre los resultados de éste (como ya dijimos, el proyecto es una mera estrategia didáctica). Aunque bien es cierto que del traba-

jo realizado antes (en su selección y enfoque), durante, y después (en su exposición, defensa, y extracción de conclusiones) del proyecto y sobre él, se deben extraer muchos de los datos que permitan la valoración final.

Uno de los peligros que entraña la metodología del proyecto, que generalmente induce un «arranque lento» del curso, es el aparente retraso en la aparición de resultados evaluables. Consecuentemente se resiente uno de los aspectos fundamentales de la evaluación (su valor formativo), amparando la desorientación y el desánimo de los alumnos.

En la metodología propuesta, la *primera Unidad*, fuera del ritmo del proyecto, permite un inicio del curso «rápido» (es decir, normal), facilitando que en poco tiempo los alumnos reciban la primera información de cómo su profesor valora su andadura por el aula, lo que favorecerá (si no se cometen errores importantes) su colocación frente a la asignatura (Ver propuestas de evaluación en el desarrollo de la Unidad didáctica).

Las *segunda y tercera unidades* están dominadas por el trabajo de grupo. Aquí la acción evaluadora de carácter formativo (el cuidado del bien nacer y del recto crecer de cada trabajo) debe hacerse en «tiempo real». Para la dinámica del curso, es imprescindible que cada grupo disponga de un tiempo de trabajo colectivo fuera del horario de clase, tiempo que han de programar y especificar en la fase de planteamiento los integrantes del grupo, y del que darán cumplida cuenta durante su desarrollo. En el transcurso de estas fases, la dinámica de clase debe alternar las exposiciones del profesor, que introducirá los contenidos correspondientes y los puntos de reflexión comunes a todos, con clases destinadas a tutoría directa a cada grupo. De acuerdo con el número de grupos y de miembros por grupo, resulta conveniente elaborar un calendario que especifique grupo y día. Durante estas sesiones de tutoría, y mientras los demás trabajan (bajo esa tutela «indirecta» tan difícil y fatigosa para el profesor) en su proyecto correspondiente, cada grupo irá manifestando, en sesión «privada», el estado de su trabajo, los objetivos planteados, las fuentes en consulta, los criterios de selección de material, las dudas correspondientes, etc. Material abundante para que el profesor, simultáneamente al esfuerzo de «enderezamiento» del trabajo, recoja información sobre el grado de participación, la claridad y corrección de los conceptos, la cantidad de trabajo y esfuerzo, etc. que le permitan ir perfilando la evaluación de cada individuo, así como sobre las carencias (de método, de información, de «ganas», etc.) más urgentes a subsanar.

Resulta imprescindible hacer llegar a cada grupo, con una periodicidad corta, las conclusiones extraídas de estas observaciones con el fin de intentar corregir los defectos. La elección entre una comunicación pública o privada debe someterse al criterio de efectividad de la misma, que resulta condicionada por las interrelaciones de los grupos y el grado de cohesión y autoestima de cada uno. Como en tantos otros casos, la prudencia y el oficio del profesor, aliados con algo de suerte, decidirán la opción a tomar.

La *cuarta Unidad*, en contra de lo que parezca, permite fundamentalmente evaluar capacidades de carácter general. Un buen seguimiento de los trabajos de grupo tiene que aportar toda la información necesaria sobre los recursos específicos de cada alumno. Queda ahora exponerlos y establecer las reflexiones críticas. Facetas indicativas del grado de madurez y de recursos generales de cada individuo.

El desarrollo de estas actividades suele ser de un grado de complejidad suficientemente alto como para impedir la toma de detalles «finos», estando más volcada la acción del profesor a conseguir que se dirija el debate en sentido correcto y fértil. De todos modos, si se llega a ellas con un grado de conocimiento profesor/alumno elevado, pueden aportar datos muy significativos para redondear una evaluación global.

Resulta casi un tópico, pero parece conveniente recordar, lo fácilmente que se escurren de entre las manos este tipo de actividades sin dejar nada de «sedimento» si no se plantean con una cuida-

da estrategia por parte del profesor. Los inconvenientes de «organización» suelen ser tantos y tan urgentes que fácilmente se pierde de vista la justificación formativa de su realización, así como la oportunidad de observación y recogida de datos que permiten.

Programación

El planteamiento que se propone para el desarrollo de la presente materia se articula alrededor de las siguientes cuatro unidades didácticas.

Unidad 1

EL SISTEMA TECNOLÓGICO: CONCEPTO Y ESTRUCTURA

Objetivos didácticos

- Construir los conceptos de Sistema Tecnológico y Tecnoestructura a partir de los de Técnica, Ciencia, y Tecnología.
- Identificar sistemas tecnológicos señalando sus componentes y valorando su significación en el funcionamiento de la Tecnoestructura.

Contenidos

Conceptos

- Técnica, Ciencia y Tecnología: Breve presentación histórica. Nacimiento del hombre/Nacimiento de la Técnica. Estadios de la evolución de la Técnica, de la Ciencia y de la Tecnología.
- Estructura conceptual: propuesta de definiciones para TÉCNICA, CIENCIA y TECNOLOGÍA.
- Estructura conceptual: propuesta de definiciones de CONTEXTO SOCIONATURAL, SISTEMA TECNOLÓGICO y TECNOESTRUCTURA.
- EL SISTEMA TECNOLÓGICO: Necesidades y demandas. Acción transformadora. Fundamentación Científica. Recursos y limitaciones. Resultados e impactos.

Procedimientos

- Aislar un Sistema Tecnológico del conjunto de la Tecnoestructura identificando sus componentes.
- Clasificar distintos Sistemas Tecnológicos de acuerdo con la amplitud y contenido de sus componentes y su importancia para el funcionamiento y evolución de la Tecnoestructura.

Actitudes

- Valorar positivamente la utilización de modelos conceptuales en el análisis de la realidad.

Evaluación

Sesgada fuertemente a la introducción de conceptos, esta unidad admite la aplicación directa y en forma clásica (ver las propuestas de evaluación en su desarrollo) de los criterios de evaluación 1. y 2. de la Resolución (*Ver Anexo*).

Unidad 2

DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA ELEGIDO A TRAVÉS DE SU ESTUDIO HISTÓRICO:
PERSPECTIVAS

Objetivos didácticos

- Estudiar la evolución histórica del sistema elegido, analizando la interacción entre actuar/saber/poder/querer en él.
- Analizar y valorar las repercusiones sociales, económicas, políticas y éticas de la actividad tecnocientífica desde una perspectiva histórica en un determinado campo de la actividad humana.

Contenidos

Conceptos

- Transformaciones en el pensamiento humano: el pensamiento mítico, la explicación racional, la explicación cuantificada.
- Transformaciones socioeconómicas: industrialización, terciarización, cambios demográficos, urbanismo, etc.
- Valoración y dependencia sociales de la Técnica y la Ciencia.

Procedimientos

- Estudio de las relaciones entre la acción transformadora (Técnica) y el saber organizado (Ciencia) en la evolución de un determinado Sistema Tecnológico.
- Estudio de las relaciones entre las transformaciones físicas y organizativas de una sociedad y la actuación de un determinado Sistema Tecnológico.
- Estudio de las relaciones entre las estructuras tecnocientíficas de una determinada época y la evolución de sus sistemas de valores.

Actitudes

- Alcanzar una cierta posición crítica sobre las relaciones de fuerzas que producen la evolución de la sociedad.
- Valorar positivamente el trabajo en equipo admitiendo las peculiaridades de los integrantes.

Evaluación

Inmersa en el desarrollo del proyecto, la información de la evaluación de esta unidad debe extraerse mayoritariamente de la tutela directa de éste. Los criterios 2,3,4,5 y 6 de la Resolución (*Ver Anexo*) marcan las pautas de acción.

Unidad 3

FUNCIONAMIENTO ACTUAL DEL SISTEMA: ENTRADAS, SALIDAS Y MECANISMOS DE REGULACIÓN Y CONTROL

Objetivos didácticos

- Analizar la dinámica de funcionamiento actual del sistema elegido identificando sus componentes.
- Comprender la influencia de la acción tecnocientífica en el funcionamiento de la sociedad actual vista desde un sector específico.

Contenidos

Conceptos

- Variables de entrada al sistema: medios, recursos, demandas, etc.
- Variables de salida: realizaciones, productos, impactos, residuos, cambios de códigos de valores, etc.
- Retroalimentaciones: crecimiento económico, agotamiento de recursos, programas de desarrollo científico, programas políticos, concienciaciones colectivas, etc.
- Mecanismos de control: técnicos, normativos, jurídicos, políticos, grupos de presión, etc.

Procedimientos

- Dado un Sistema Tecnológico, identificar, analizar y valorar: variables de entrada, variables de salida, retroalimentaciones, mecanismos de control.

Actitudes

- Valorar positivamente la utilización de modelos conceptuales en el análisis de la realidad.
- Valorar positivamente el trabajo en equipo respetando las opiniones de los integrantes y estableciendo mecanismos de cooperación entre ellos.

Evaluación

De forma similar a la segunda y al estar también inmersa en el desarrollo del proyecto, la información a partir de la que se evalúa esta Unidad debe extraerse mayoritariamente de la tutela directa de éste. Los criterios 2,3,4,5 y 6 de la Resolución (*Ver Anexo*) marcan las pautas de acción.

Unidad 4

VALORACIÓN DEL SISTEMA Y GENERALIZACIÓN DE SUCESOS: ANÁLISIS DE LAS INTERRELACIONES

Objetivos didácticos

- Valoración y crítica, del sistema estudiado, desde:
 - a) Sus modificaciones en la Tecnoestructura.
 - b) Sus modificaciones en la Naturaleza.
 - c) Sus modificaciones en la Sociedad.
- Valoración y crítica de las conclusiones obtenidas por otros grupos relativas a otros sistemas.
- Valoración y crítica de la capacidad de intervención y responsabilidades (individual y colectiva) frente al funcionamiento de los Sistemas Tecnológicos.

Contenidos

Conceptos

- Necesidades y demandas sociales. Calidad de vida, modos de vida y sistemas de valores.
- Prioridades sociales de investigación tecnocientífica. Modelos de desarrollo.
- El progreso tecnocientífico y el progreso personal y social.
- El problema de la racionalidad tecnocientífica: límites de la «verdad objetiva». La neutralidad de la Ciencia y la Técnica.
- Dimensiones estéticas de la actividad tecnológica.

Procedimientos

- Dado un estudio sobre un sistema tecnológico, establecer y defender en debate juicios críticos sobre su funcionamiento desde la óptica de alguno de los bloques conceptuales anteriores.

Actitudes

- Aprecio y valoración crítica de la capacidad de la Tecnología en la resolución de los problemas relevantes de la vida social.
- Conciencia y sensibilización frente a los problemas y grandes diferencias aparecidos entre los pueblos por su diferente desarrollo.
- Actitud favorable al intercambio de criterios y opiniones manifestando mayor intención de entender que de convencer al oponente.

Evaluación

Finalizada la fase de proyecto, en plena fase de conclusiones y debates, aparecen como las dos fuentes principales de información para la evaluación el análisis global del trabajo y las intervenciones en los debates. Los criterios 7, 8 y 9 de la Resolución (*Ver Anexo*) marcan las pautas.

Desarrollo de la Unidad:

El Sistema Tecnológico: concepto y estructura

La Unidad que a continuación vamos a desarrollar ocupa la posición inicial del curso. Se encuadra en una propuesta general, con un núcleo central (unidades dos y tres) incluidas dentro de trabajos de grupo («proyectos»), y dos unidades periféricas, la primera (planteamiento) y la cuarta (conclusiones), fuera de esa dinámica.

Visto esquemáticamente como un procedimiento, el curso pretende plantear y dar forma a un modelo, (como ejemplo de una construcción abstracta, coherente en sí misma), aplicarlo al estudio de una realidad concreta (significando su capacidad para interpretar las realidades complejas), y generalizar, con un objetivo crítico, las conclusiones (como fruto del curso y justificación del esfuerzo). En esta dinámica, a la primera unidad le corresponde la responsabilidad de construir (en el límite del éxito: en las estructuras mentales de cada alumno) el modelo de análisis, estableciendo un entramado útil, a partir de unos conceptos que, aunque conocidos en su acepción general, necesitan una labor de concreción, reflexión sobre su significado, e interconexión. Durante su desarrollo los alumnos han de hacer un esfuerzo de abstracción que necesariamente ha de ser recompensado en los logros del trabajo posterior.

Paralelamente, y en su último tramo, a fin de conseguir una continuidad en el desarrollo del curso y evitar que esta unidad se pueda ver como un primer paquete de «teoría» desligado del resto del curso, («más práctico»), dentro de la propia Unidad debe lanzarse el trabajo de cada grupo dando un giro a la actividad dominante, que pasa de gravitar sobre el esfuerzo individual, a quedar centrada sobre los trabajos colectivos.

Todo lo anterior da a esta primera Unidad una responsabilidad crucial en el desarrollo del curso. Lejos de ser una actividad inicial de acoplamiento del sistema profesor/alumnos, supone la colocación de la base sobre la que se va a construir el curso. (Hasta el punto de que si se considerase necesaria una fase de «convivencia inicial» por razones de la dinámica del grupo, resultaría recomendable la programación de otras actividades preliminares).

Situación y finalidad de la Unidad

Como primera Unidad, obviamente no se apoya en nada logrado durante el curso, siendo necesaria aquí la consideración de la exigencia inicial de la disciplina.

La situación curricular de esta materia, optativa para todas las modalidades de bachillerato, y desplazable en los dos cursos del mismo, obliga a hacer unas hipótesis sobre los conocimientos previos de los alumnos (tanto los obtenidos del currículo recorrido, como los adquiridos por el natural desarrollo de sus aficiones), a la vez elástica y generalista. Una de las dificultades en el desarrollo de la asignatura está precisamente en saber aprovechar los contenidos específicos de la formación previa de cada uno de los alumnos (muy diversos salvo que se actúe sobre grupos de procedencia común), ya que todos deberían de ser válidos, pero ninguno es exigible.

Conocimientos previos

El nivel de referencia lo deben marcar las capacidades generales esperadas en la etapa anterior y las aportaciones concretas de la formación general.

Desde el punto de vista instrumental, el desarrollo de la asignatura va a necesitar en particular de las capacidades relativas a la búsqueda, manejo, asimilación, síntesis y emisión de información, tanto escrita como oral, es decir, las relativas al uso del lenguaje en el sentido más amplio y completo.

Desde esta óptica, y como siempre resulta una ayuda para aumentar el realismo de las relaciones profesor/alumno, parece recomendable el establecimiento de una prueba inicial alrededor de la lectura, comprensión y enjuiciamiento de un texto, cuyo contenido debería resultar significativo para la disciplina que intentamos abordar.

En este sentido, uno, de los muchos útiles, puede ser el presentado por Ramón Cao, como ejemplo aplicable a la prueba inicial para su materia, en los *Materiales Didácticos* de la Dirección General de Renovación Pedagógica para Lengua Castellana y Literatura editados por el M.E.C. Con éste u otro texto similar, se podría configurar algo de este tipo:

POSIBLE MODELO DE PRUEBA INICIAL

Texto

«Hay ciencias que se estudian por el simple interés de saber cosas nuevas; otras, para aprender una destreza que permita hacer y utilizar algo; la mayoría, para obtener un puesto de trabajo y ganarse con él la vida. Si no sentimos curiosidad ni necesidad de realizar tales estudios, podemos prescindir tranquilamente de ellos. Abundan los conocimientos muy interesantes, pero sin los cuales uno se arregla bastante bien para vivir: yo, por ejemplo, lamento no tener ni idea de astrofísica ni de ebanistería, que a otros les darán tantas satisfacciones, aunque tal ignorancia no me ha impedido ir tirando hasta la fecha. Y tú, si no me equivoco, conoces las reglas del fútbol, pero estás bastante pez en béisbol. No tiene mayor importancia, disfrutas con los mundiales, pasas olímpicamente de la liga americana y todos tan contentos.

Lo que quiero decir es que ciertas cosas uno puede aprenderlas o no, a voluntad. Como nadie es capaz de aprenderlo todo, no hay más remedio que elegir y aceptar con humildad lo mucho que ignoramos. Se puede vivir sin saber astrofísica, ni ebanistería, ni fútbol, incluso sin saber leer ni escribir: se vive peor, si quieres, pero se vive. Ahora bien, otras cosas hay que saberlas porque en ello, como suele decirse, nos va la vida. Es preciso estar enterado, por ejemplo, de que saltar desde el balcón de un sexto piso no es cosa buena para la salud; o de que una dieta de clavos (¡con perdón de los faquires!) y ácido prúsico no permite llegar a viejo. Tampoco es aconsejable ignorar que si uno cada vez que se cruza con el vecino le atiza un mamporro las consecuencias serán antes o después muy desagradables. Pequeñeces así son importantes. Se puede vivir de muchos modos, pero hay modos que no dejan vivir.

En una palabra, entre todos los saberes posibles existe al menos uno imprescindible: el de que ciertas cosas nos convienen y otras no. No nos convienen ciertos alimentos ni nos convienen ciertos comportamientos ni ciertas actitudes. Me refiero, claro está, a que nos convengan si queremos seguir viviendo. Si lo que uno quiere es reventar cuanto antes, beber lejía puede ser muy adecuado, o también, procurar rodearse del mayor número de enemigos posibles. Pero de momento vamos a suponer que lo que preferimos es vivir: los respetables gustos del suicida los dejaremos por ahora de lado. De modo que ciertas cosas nos convienen y a lo que nos conviene solemos llamarlo «bueno» porque nos sienta bien; otras, en cambio, nos sientan pero que muy mal y a todo eso lo llamamos «malo». Saber lo que nos conviene, es decir: distinguir entre lo bueno y lo malo, es un conocimiento que todos intentamos adquirir —todos sin excepción— por la cuenta que nos trae.»

SAVATER, Fernando. *Ética para Amador*. Ariel. Barcelona 1992. pp. 19–21.

Cuestiones sobre el texto

En este apartado sería necesario un doble bloque de preguntas. Unas orientadas directamente a la propia técnica de interpretación del texto. Y un segundo bloque (de resultados más difusos, pero informativo a fin de cuentas) sobre aspectos semánticos y de contenido.

Al primer apartado pueden corresponder las preguntas (propuestas por Ramón Cao en la prueba antedicha):

- a) ¿Cuál es la finalidad de este texto? ¿Relatar hechos reales o inventados? ¿Describir personas, objetos, ambientes? ¿Explicar hechos o exponer ideas, aportando para ello razonamientos precisos?
- b) ¿En qué partes dividirías el texto? ¿Por qué? ¿En que aspectos del texto te fijas para hacer esa división?
- c) ¿De qué habla cada uno de esos apartados del texto? Resume el contenido de cada una de esas partes en una breve oración. Procura no repetir al pie de la letra las afirmaciones del texto: emplea, en la medida de lo posible tu propio lenguaje.
- d) ¿De qué recursos echa mano el autor para explicarse con claridad? ¿Y para captar la atención del lector?

Al segundo apartado pueden corresponder:

- e) ¿Qué opina el autor sobre las razones para estudiar? ¿Te convence? Argumenta un breve párrafo en pro o en contra de sus ideas.
- f) ¿Qué diferencias ves tú entre estudiar «ASTROFÍSICA» y estudiar «EBANISTERÍA»? Desarrolla la respuesta.
- g) ¿Hace alguna afirmación el autor sobre la «bondad» o «maldad» de los conocimientos? Como ejercicio, explica, en unas pocas líneas, la tesis (lo que tú identificas como ideas más importantes) del autor.

Criterios de valoración

A la hora de juzgar los resultados de pruebas similares no debe perderse nunca de vista que no se persigue la estimación de unos mínimos específicos de una determinada disciplina, sino que se pretende estimar el nivel de los recursos instrumentales de que disponen los alumnos para abordar una reflexión generalmente novedosa para ellos. El estado de estos recursos instrumentales va a condicionar decisivamente la intensidad de los objetivos a plantearse, pero sobre todo debe actuar sobre la elección de estrategias alternativas para el desarrollo del curso. Y no debe perderse de vista que aunque la asignatura contribuirá (en general) a la progresión de los recursos antes citados, ella tiene en sí objetivos propios a los que hay que intentar llegar, a pesar de las limitaciones instrumentales detectadas.

Objetivos didácticos

- Construir los conceptos de Sistema Tecnológico y Tecnoestructura a partir de los de Técnica, Ciencia y Tecnología.
- Identificar sistemas tecnológicos señalando sus componentes y valorando su significación en el funcionamiento de la Tecnoestructura.

Objetivos didácticos y contenidos

Contenidos

Conceptos

- Técnica, Ciencia y Tecnología: breve presentación histórica. Nacimiento del Hombre/Nacimiento de la Técnica. Estadios de la evolución de la Técnica, de la Ciencia y de la Tecnología.
- Estructura conceptual: propuesta de definiciones para TÉCNICA, CIENCIA y TECNOLOGÍA.
- Estructura conceptual: propuesta de definiciones de CONTEXTO SOCIONATURAL, SISTEMA TECNOLÓGICO Y TECNOESTRUCTURA.
- El sistema tecnológico: Necesidades y demandas. Acción transformadora. Fundamentación científica. Recursos y limitaciones. Resultados e impactos.

Procedimientos

- Aislar un Sistema Tecnológico del conjunto de la Tecnoestructura identificando sus componentes.
- Clasificar distintos Sistemas Tecnológicos de acuerdo con la amplitud y contenido de sus componentes y su importancia para el funcionamiento y evolución de la Tecnoestructura.

Actitudes

- Valorar positivamente la utilidad de modelos conceptuales en el análisis de la realidad.

Actividades **Bloque I:** EN TORNO AL CONCEPTO DE TÉCNICA

ACTIVIDAD 1

Una primera aproximación al concepto de Técnica puede hacerse a través de la reflexión sobre algún texto significativo. Y quizás uno de los más sugerentes puede ser el siguiente fragmento de *Protágoras* de Platón.

Texto

«...Era un tiempo en el que existían los dioses, pero no las especies mortales. Cuando a éstas les llegó, marcado por el destino, el tiempo de la génesis, los dioses las modelaron en las entrañas de la tierra, mezclando tierra, fuego y cuantas materias se combinan con fuego y tierra. Cuando se disponían a sacarlas a la luz, mandaron a Prometeo y a Epimeteo que las revistiesen de facultades distribuyéndolas convenientemente entre ellas. Epimeteo pidió a Prometeo que le permitiese a él hacer la distribución. “Una vez que yo haya hecho la distribución, dijo, tú la supervisas”. Con este permiso comienza a distribuir. Al distribuir, a unos les proporcionaba fuerza, pero no rapidez, en tanto que revestía de rapidez a otros más débiles. Dotaba de armas a unas, en tanto que para aquellas, a las que daba una naturaleza inerme, ideaba otra facultad para su salvación. A las que daba un cuerpo pequeño, les dotaba de alas para huir o de escondrijos para guártese, en tanto que a las que daba un cuerpo grande, precisamente mediante él, las salvaba.

De este modo equitativo iba distribuyendo las restantes facultades. Y las ideaba tomando la precaución de que ninguna especie fuese aniquilada. Cuando les suministró los medios para evitar las destrucciones mutuas, ideó defensas contra el rigor de las estaciones enviadas por Zeus: las cubrió con pelo espeso y piel gruesa, aptos para protegerse del frío invernal y del calor ardiente, y, además, para que cuando fueran a acostarse, les sirvieran de abrigo natural y adecuado a cada cual. A algunas les puso en los pies cascos y a otras piel gruesa sin sangre. Después de esto, suministró alimentos distintos a cada una: a unas hierbas de la tierra; a otras, frutos de los árboles; y a otras raíces. Y hubo especies a las que permitió alimentarse con la carne de otros animales. Concedió a aquellas escasa descendencia, y a éstos, devorados por aquéllas, gran fecundidad; procurando, así, salvar la especie.

Pero como Epimeteo no era del todo sabio, gastó, sin darse cuenta, todas las facultades en los brutos. Pero quedaba aún sin equipar la especie humana y no sabía qué hacer. Hallándose en este trance, llega Prometeo para supervisar la distribución. Ve a todos los animales armoniosamente equipados y al hombre, en cambio, desnudo, sin calzado, sin abrigo e inerte. Y ya era inminente el día señalado por el destino en el que el hombre debía salir de la tierra a la luz. Ante la imposibilidad de encontrar un medio de salvación para el hombre, Prometeo roba a Hefesto y a Atenea la sabiduría de las artes junto con el fuego (ya que sin el fuego era imposible que aquella fuese adquirida por nadie o resultase útil) y se la ofrece, así, como regalo al hombre. Con ella recibió el hombre la sabiduría para conservar la vida, pero no recibió la sabiduría política, porque estaba en poder de Zeus y a Prometeo no le estaba permitido acceder a la mansión de Zeus, en la acrópolis, a cuya entrada había dos guardianes terribles. Pero entró furtivamente al taller común de Atenea y Hefesto en el que practicaban juntos sus artes y, robando el arte del fuego de Hefesto y las demás de Atenea, se las dio al hombre. Y, debido a esto, el hombre adquiere los recursos necesarios para la vida, pero sobre Prometeo, por culpa de Epimeteo, recayó luego, según se cuenta, el castigo del robo.

El hombre, una vez que participó de una porción divina, fue el único de los animales que, a causa de este parentesco divino, primeramente reconoció a los dioses y comenzó a erigir altares e imágenes a los dioses. Luego, adquirió rápidamente el arte de articular sonidos vocales y nombres, e inventó viviendas, vestidos, calzado, abrigos, alimentos de la tierra. Equipados de este modo, los hombres vivían al principio dispersos y no en ciudades, siendo, así, aniquilados por las fieras, al ser en todo más débiles que ellas. El arte que profesaban constituía un medio, adecuado para alimentarse, pero insuficiente para la guerra contra las fieras, porque no poseían aún el arte de la política, del que el de la guerra es una parte. Buscaron la forma de reunirse y salvarse construyendo ciudades, pero, una vez reunidos, se ultrajaban entre sí por no poseer el arte de la política, de modo que al dispersarse de nuevo, perecían. Entonces Zeus, temiendo que nuestra especie quedase exterminada por completo, envió a Hermes para que llevase a los hombres el pudor y la justicia, a fin de que rigiesen las ciudades la armonía y los lazos comunes de amistad. Preguntó, entonces, Hermes a Zeus la forma de repartir la justicia y el pudor entre los hombres: "¿Las distribuyo como fueron distribuidas las demás artes?"

Pues éstas fueron distribuidas así: Con un solo hombre que posea el arte de la medicina, basta para tratar a muchos, legos en la materia; y lo mismo ocurre con los demás profesionales. ¿Reparto así la justicia y el pudor entre los hombres, o bien las distribuyo entre todos?" "Entre todos, respondió Zeus; y que todos participen de ellas; porque si participan de ellas sólo unos pocos, como ocurre con las demás artes, jamás habrá ciudades. Además, establecerás en mi nombre esta ley: Que todo aquel que sea incapaz de participar del pudor y de la justicia sea eliminado, como una peste, de la ciudad"».

Protágoras/Platón, traduc. J. Velarde Lombraña, Pentalfa Ediciones.
Oviedo 1980. pp. 121 y ss.

Esta lectura, por su brevedad y sencillez, resulta muy apta para realizarla en clase como arranque de la asignatura. En ella se presenta, desde una óptica creacionista ingenua, la Técnica como un conjunto de saberes (más una fuente de energía) puestos a disposición del hombre para transformar el medio en su defensa. Paralelamente se introduce la diferencia entre el saber «técnico» y el saber «político» (entre el saber y el derecho a equivocarse), sentando un principio de relación entre Técnica y Sociedad.

El texto se presta a la reflexión colectiva (más reflexión que debate, pues se trata más de asimilar lo que dice que de discutirlo o ponerlo en duda) por la limpieza con que introduce los conceptos (así el de equilibrio del sistema natural).

Como resumen, interesa utilizarlo para introducir la Técnica como un conjunto de acciones transformadoras al servicio del hombre destinadas a resolver los problemas derivados de la supervivencia, resaltando la inicial independencia que hay entre los saberes que conducen a estas soluciones y los que conducen a las de los problemas políticos.

ACTIVIDAD 2

Una segunda aproximación al concepto de Técnica se puede hacer con una óptica histórica o al menos evolucionista. Alrededor de un eje cronológico sencillo, se puede hacer una presentación de la evolución de la técnica con la única pretensión de clarificar el concepto y sus variaciones, a grandes rasgos.

Una cronología muy rápida para recorrer la historia de la Técnica (que equivale a la de la Humanidad) y a la vez muy clarificadora, es la propuesta por Ortega y Gasset en la conocida *Meditación de la técnica* con la que inauguraba la Universidad Internacional de Santander en el verano del 33 [ORTEGA Y GASSET, José. *Meditaciones de la técnica y otros ensayos sobre ciencia y filosofía* (1939). Revista de Occidente de Alianza Editorial. Madrid 1989. pp. 73 y ss.].

De una manera sucinta, para Ortega, es posible diferenciar tres grandes periodos en la evolución de la Técnica, tomando como criterio la idea que el hombre tiene de su propia técnica. En palabras suyas (ORTEGA, 1939):

«A mi entender, un principio radical para periodizar la evolución de la técnica es atender la relación misma entre el hombre y su técnica o, dicho en otro giro, a la idea que el hombre ha ido teniendo de su técnica, no de ésta o la otra determinadas, sino de la función técnica en general.»

(Resulta obvio que la aplicación de este principio, no nos da unos periodos de fechas fijas, sino que resultan diferentes en cada lugar o en cada sector socioproductivo considerado. Detalle a resaltar como significativo de cualquier cronología que se aborde, huyendo ya de simplicismos cronológicos rígidos.)

Por la aplicación de esta principio, Ortega distingue tres grandes periodos (ORTEGA, 1939):

- «a) La técnica del azar.*
- b) La técnica del artesano.*
- c) La técnica del técnico.»*

Siguiendo a Ortega, podemos realizar el siguiente recorrido esquemático:

En el primer periodo, el de la técnica del azar, los procedimientos técnicos corresponden a una vida irreflexiva. Los inventos son puramente casuales, no se aspira a ellos conscientemente. En palabras de Ortega (ORTEGA, 1939):

«... el azar es en él, el técnico, el que proporciona el invento... el hombre primitivo ignora su propia técnica como tal técnica; no se da cuenta de que entre sus capacidades hay una especialísima que le permite reformar la naturaleza en el sentido de sus deseos.»

Podemos identificar este periodo a través de las siguientes características:

- Los actos técnicos son sumamente escasos y no llegan a destacar y diferenciarse de los actos naturales; se mezclan entre ellos y se aparecen a la mente como pertenecientes a la vida no técnica.

- La escasez y sencillez de esa técnica primigenia trae consigo que sea ejercitada por todos los miembros de la colectividad.
- El hombre no se sabe a sí mismo inventor de sus inventos. La invención le aparece como una dimensión más de la naturaleza. La producción de utensilios no le parece provenir de él, como no provienen de él sus manos ni sus piernas. No se siente *homo faber*.

El segundo período, el de la técnica artesanal, viene caracterizado por:

- El repertorio de actos técnicos ha crecido enormemente, aunque la proporción entre lo técnico y lo no técnico no es tal que lo técnico se haya hecho base absoluta de sustentación. Aún el hombre se asienta (o al menos eso siente él) en lo natural.
- Esos actos técnicos, en su mayoría, se han hecho tan complejos que no puede ejercitarlos todo el mundo. Es preciso que ciertos hombres se encarguen a fondo de ellos, dediquen a ellos su vida: los artesanos. Esto acarrea que el hombre adquiera ya una conciencia de la técnica como algo especial y aparte. Ve la actuación del artesano (zapatero, herrero, albañil, etc.) y entiende la técnica bajo la figura de los técnicos que son los artesanos; es decir, aún no se sabe que hay Técnica pero se sabe que hay técnicos (artesanos), hombres que poseen un repertorio peculiar de actividades que no son las generales y naturales de todo hombre.
- En la artesanía no se concibe la conciencia del invento. El artesano tiene que aprender, en largo aprendizaje, técnicas que ya están elaboradas y vienen de una insondable tradición. Se producen mejoras, pero éstas se presentan más como variaciones de estilo en destrezas que como verdaderas innovaciones.
- El artesano une en una persona dos aspectos del acto técnico, latentes desde el principio y que estallarán en él: por un lado el plan de actividad, el procedimiento, y por otro la ejecución de dicho plan.

Finalmente, el período actual de la técnica, el que Ortega (ORTEGA, 1939) designa como *el de la técnica del técnico*, viene caracterizado por:

- Un fabuloso crecimiento de los actos y resultados técnicos que constituyen el sistema tecnonatural, base física de la sociedad actual. El hombre actual no puede elegir entre vivir en la naturaleza o en esta sobrenaturaleza.
- Por fin el acto técnico se rompe (y con su ruptura explota el artesanado) en dos hechos muy diferenciados: el método y la ejecución del método. Ruptura que culmina con Taylor, con quien la trituration del método en unidades elementales hace desvincularse totalmente al ejecutor del sentido de su acción; alcanza su máxima expresión con Ford y la producción en cadena (trabajador «encadenado» magníficamente caricaturizado por Charlot en su película *Tiempos Modernos*), y hoy está sometida a una fuerte revisión (Teoría Z, Círculos de calidad, etc.) en un intento de vincular de nuevo a todas las voluntades del proceso productivo, en dicho proceso. Nacen entonces el técnico en su sentido actual y el obrero. Un elevado número de causas determinan este acontecimiento, pero sin duda una importante es la creciente complejidad (y por tanto la creciente necesidad de capital) de los medios técnicos, de las máquinas, que se desplazan de ser un utensilio que auxilia al artesano (que lo comprende en toda su extensión) a ser un artefacto independiente, desconocido por el artesano, y al que más parece servir que ayudarse de él.
- La elaboración del método (la actuación del técnico), lejos de soportarse en la rutina, busca su base de apoyo en el conocimiento, que le permite reinterpretar y corregir aquélla.
- Y por fin, el hombre toma conciencia de su condición de técnico, se reconoce como inventor. Al revés que el primitivo o el artesano, antes de inventar sabe que puede inventar.

Alrededor de este esquema (u otro similar) se puede plantear una segunda reflexión en torno de la Técnica enriqueciendo ahora su concepto con todos los matices que se hayan podido incorporar en el recorrido histórico. Vuelve a ser prioritario el resaltar el permanente significado de acción transformadora, intencionada y eficiente, al servicio del hombre, que ha estado ligado desde el principio al concepto de técnica.

Evaluación del bloque I

Parece difícil resistirse a proponer como actividad para una primera toma de datos, la narración por escrito, de forma individualizada y en tiempo controlado, del mito de Protágoras, con la consiguiente extracción de conclusiones. Después de una lectura colectiva, y su correspondiente análisis y debate, esta primera prueba puede dar bastante información de por dónde andan las cosas (no desesperarse a la primera).

El esquema evolutivo planteado en la segunda actividad, aparte de a preguntas directas, debe prestarse a ejercicios de localización de determinados hechos. Si se opta por la cronología propuesta de Ortega y Gasset, caben planteamientos como éste:

Propuesta de evaluación

La cronología de Ortega Y Gasset que hemos analizado, divide la historia de la Técnica en tres grandes períodos:

- La técnica del azar.
- La técnica del artesano.
- La técnica del técnico.

De acuerdo con ella, localiza razonadamente cada una de las siguientes situaciones en alguno de los tres períodos citados.

- *Situación A:* Sobre un yunque de gran tamaño un hombre golpea con un mazo un trozo de metal de color rojo oscuro que es sostenido por otro mediante unas largas pinzas. Al fondo se adivina un fuego de brasas y se oye el ruido de una corriente de agua.
- *Situación B:* Vestido de blanco y con un sombrero alto, alguien manipula sobre una mesa alimentos diversos. A su espalda y elevado, se observa un horno de microondas, y sobre la mesa se puede ver una batidora eléctrica.
- *Situación C:* En un local iluminado por una lámpara de aceite, sobre unos toscos muebles de madera muy gruesa y poco trabajada, y con utensilios muy simples, alguien pule un trozo de vidrio comprobando periódicamente su curvatura. Próximo a él se hallan unos tubos cuidadosamente contruidos y de diámetro similar al vidrio en cuestión.

Este campo de imágenes se puede alargar todo lo que la paciencia y la imaginación del profesor quiera. Para su presentación se puede recurrir a la literatura, a reproducciones de pinturas, a vídeos, al cine, y hasta a exiguas redacciones como las presentadas. La selección, más que estética, ha de ser útil para la evaluación. Así, en las tres propuestas, es fácil colocar la primera en la fase artesanal, pero cuesta más trabajo convencer a los alumnos de que, un cocinero, aunque emplee principios tan sofisticados como las microondas para calentar el agua contenida en los alimentos, como seguramente desconoce los fundamentos de los actos que realiza, que además ha aprendido por repetición escrupulosa, y realiza el producto de principio a fin, es un artesano, mientras que un fabricante de aparatos ópticos, que conoce las leyes de la óptica, y que actúa en su consecuencia, es un técnico en el sentido actual del término.

Mediante pruebas similares, es necesario asegurarse de que el alumno no sólo se ha aprendido de memoria una clasificación más, sino que es capaz de aplicarla con una cierta soltura.

Bloque II: EN TORNO AL CONCEPTO DE CIENCIA. EL NACIMIENTO DE LA TECNOLOGÍA. PRIMERA PROPUESTA DE DEFINICIONES

ACTIVIDAD 1

Presentación esquemática de la evolución de la ciencia significando:

- a) Su nacimiento. Muy posterior al de la técnica, y como producto de la generalización de sucesos y resolución de interrogantes nacidos de la actividad técnica.
- b) Su concepción, ya desde las Escuelas Jónicas, como una determinada manera de hablar y pensar acerca de la naturaleza, que se propone coordinar los datos adquiridos a partir de una observación más o menos elaborada, con la pretensión de conocer la «verdadera naturaleza», de dar razón a las apariencias.
- c) Su evolución en grandes pasos, significando el cambio de la ciencia cualitativa a la ciencia cuantitativa (del paradigma antiguo al paradigma clásico). Puede resultar ilustrativo el resaltar cómo en las cabezas de los artifices de este cambio (la llamada Revolución Científica) convivían los principios fundamentales de la Ciencia del momento con la suma de la mayor parte de los conocimientos técnicos (Da Vinci se califica a sí mismo de inventor, Galileo se había formado en los arsenales de Venecia, entre cabrestantes y grúas, etc.)
- d) La aparición de un tipo de reflexión en busca de «las razones de las apariencias», no ya de los hechos naturales, sino de los productos de la actividad humana: los resultados de sus actos técnicos, con la doble intención de comprender las leyes profundas que rigen su funcionamiento y, paralelamente, mejorar y acrecentar ese funcionamiento. Es decir, la aparición de una nueva y especialísima ciencia dedicada al estudio de los «artefactos», por contraposición a todas las anteriores dirigidas a la comprensión de los «naturfactos». Su posición peculiar se manifiesta por su capacidad para constituirse en guía y tutela del desarrollo de los objetos de su estudio, de los artefactos humanos.

Presentación que, gráficamente, se puede esquematizar en la figura adjunta. (Figura 4).

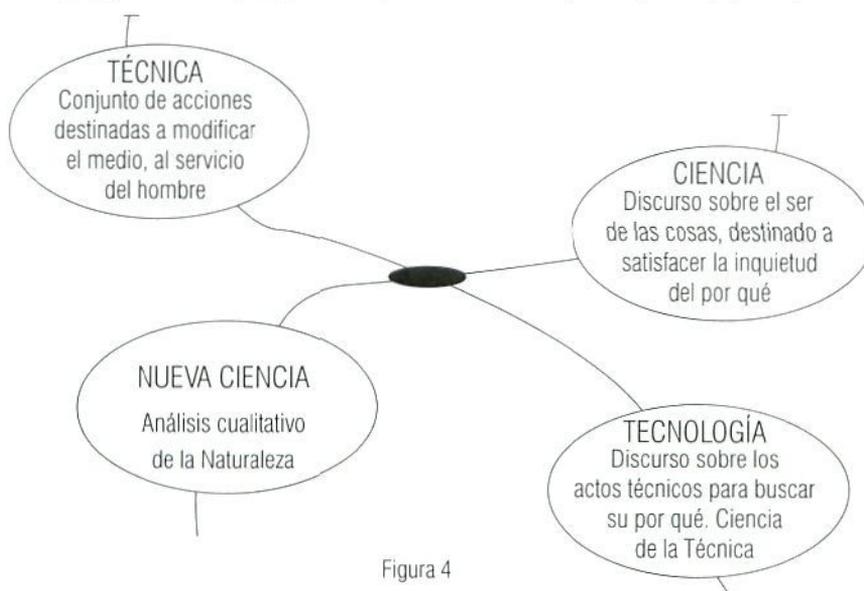


Figura 4

ACTIVIDAD 2

Una vez recorrido el camino anterior, se debe estar en posición de plantear la primera estructura de definiciones para los conceptos de Técnica y Tecnología.

Un planteamiento asequible para iniciar esta estructura de definiciones es, de acuerdo con Miguel Ángel Quintanilla (QUINTANILLA, Miguel Ángel. *La Tecnología: un enfoque filosófico*, Fundesco, Madrid 1989. p. 34) tomar como unidad conceptual la realización técnica, que se define como:

- Realización técnica: sistema de acciones humanas intencionalmente orientado a la transformación de objetos concretos para conseguir de forma eficiente un resultado valioso.

A partir de ella se pueden construir las definiciones:

- La Técnica: conjunto de TODAS las realizaciones técnicas.
- Una técnica: subconjunto formado por realizaciones técnicas asociadas entre sí con algún criterio (materiales, medios, procesos, productos, fenómenos bio-físico-químicos, etc.).
- Una tecnología: fundamentos científicos de una técnica. Fenómenos bio-físico-químicos relevantes en ella, propiedades de los medios y materiales asociados, modelos de comportamiento de éstos, leyes de los procesos desencadenados, leyes lógicas y probabilísticas sobre los resultados, etc.
- La Tecnología: reunión de todas las tecnologías.

Estas definiciones encierran suficientes matices como para necesitar un detenido examen. Si se opta por ellas, y a fin de enriquecerlas con detalle, resulta recomendable la lectura del siguiente texto perteneciente al libro antes citado de Miguel Ángel Quintanilla :

Texto

«En primer lugar, no cualquier tipo de acción humana intencional será considerada como acción técnica. Concretamente, el hecho de realizar una acción valiéndose de instrumentos o herramientas no es suficiente para considerarla técnica (aunque el empleo de herramientas propiamente dichas, es decir, de instrumentos creados para realizar acciones específicas con mayor eficacia, sí supone una técnica: la de producción de esas herramientas). Cuando Pascual Duarte mata de un tiro a su perro está realizando una acción intencional valiéndose de instrumentos, pero no una acción técnica. En cambio, cuando el matarife sacrifica un animal, siguiendo unas pautas establecidas y orientadas a la consecución de su objetivo de acuerdo con criterios de utilidad (mejorar la calidad de la carne, evitar el sufrimiento del animal, garantizar condiciones higiénicas, etc.), sí está aplicando una técnica, por elemental que pueda ser. Así pues, las técnicas son sistemas de acciones, no acciones aisladas o esporádicas. Esta es una primera restricción que establecemos para el uso del concepto genérico de técnica.

Por otra parte, sólo utilizaremos el concepto de técnica para referirnos a sistemas de acciones intencionalmente orientados. Esto excluye del ámbito de las técnicas las acciones llevadas a cabo, de forma sistemática pero instintiva, por algunas especies animales, como en el caso de la construcción de nidos, madrigueras o colmenas. No excluye, sin embargo, la posibilidad de que una técnica involucre acciones no deliberadas de individuos humanos. Un remero, un ciclista o un obrero en una cadena de montaje pueden ejecutar una técnica de forma mecánica, una vez aprendida; pero el conjunto de acciones que realiza ha sido intencionalmente sistematizado, a través de un proceso de aprendizaje o por una planificación consciente, para conseguir el máximo rendimiento, el mínimo esfuerzo o la mayor regularidad. Lo que es esencial es que el conjunto de las acciones que constituyen una técnica esté intencionalmente sistematizado para conseguir los objetivos o resultados de esa técnica. En la medida en que la actividad intencional no es patrimonio exclusivo

de la especie humana, nuestra noción de técnica no excluye posibles técnicas animales, en el sentido de técnicas aprendidas o inventadas por animales no humanos, de las que hay ejemplos en la literatura etnológica. No profundizaremos, sin embargo, en este tema. Seguramente, como en el caso de otros aspectos de la cultura, la diferencia entre técnicas animales y técnicas humanas tiene más que ver con el grado de complejidad de las mismas, y sobre todo con las posibilidades de transmisión, innovación y «progreso», que con la naturaleza misma del tipo de operaciones que unos y otros pueden realizar.

Introducimos también en nuestra caracterización de la técnica la referencia a la **transformación de objetos concretos**. De esta forma nos apartamos de un uso aún más genérico del término «técnica» que lo hace equivalente a «método», al incluir no sólo operaciones reales sobre cosas reales, sino también operaciones conceptuales. Podemos caracterizar un método como un procedimiento —una sucesión de operaciones— para resolver un problema. Si el problema es de tipo práctico, las operaciones necesarias serán en su mayoría acciones concretas sobre cosas concretas, y el método constituirá una técnica en sentido estricto. Si el problema es puramente conceptual, las operaciones pueden ser también estrictamente conceptuales o abstractas. El método para resolver ecuaciones de segundo grado es de este último tipo. Sin embargo, casi todos los métodos conceptuales involucran acciones concretas y, más aún, para muchos problemas conceptuales existen métodos de resolución que consisten estrictamente en realizar operaciones concretas sobre objetos concretos: desde los métodos de resolución de problemas geométricos con regla y compás hasta los de construcción de modelos a escala para resolver sistemas complejos de ecuaciones en ingeniería civil o aeronáutica (es decir, en la parte de la actividad técnica de los ingenieros que es puramente conceptual, la construcción y evaluación de modelos teóricos, aunque su objetivo sea práctico). Más aún, la tecnología de la información tiene un componente estrictamente conceptual (lo que llamamos *software* o soporte lógico de un sistema informático), y además permite construir modelos procesables por computador para tratar en principio cualquier problema conceptual que pueda ser definido con precisión. Sin embargo, sigue siendo útil mantener la separación entre métodos conceptuales y técnicas concretas: la filosofía de la técnica no se solapa con la metodología de la ciencia. Un procedimiento para resolver problemas conceptuales constituirá una técnica, en el sentido en que aquí usaremos ese término, si se lo considera desde el punto de vista de las acciones u operaciones que hay que realizar sobre objetos concretos para resolverlo; constituirá un método, pero no una técnica, si se lo considera desde el punto de vista de las operaciones conceptuales que involucra. La virtualidad de esta distinción se puede apreciar con un ejemplo elemental: en un método abstracto para resolver sistemas de ecuaciones la función del papel y el lápiz no es esencial; lo esencial es la sucesión de operaciones algebraicas abstractas (transformadas en fórmulas) que hay que realizar, independientemente de que las operaciones se realicen con papel y lápiz o con tiza y pizarra, con números, con letras o con figuras. Sin embargo, una técnica para, la resolución del mismo sistema de ecuaciones por computador exige adaptar el método abstracto a operaciones concretas que deberá realizar la máquina. Desde luego, la representación del algoritmo o programa informático que resolverá el problema puede hacerse también en abstracto, pero la formulación definitiva del mismo de forma apta para que sea procesado por el ordenador se reduce a una serie de operaciones concretas sobre el soporte material de la memoria del ordenador. Y este último proceso (el de programar la máquina) constituye estrictamente una técnica. Lo mismo vale para «técnicas» y métodos en el ámbito de la literatura, la música y en general las artes «inmateriales».

La idea de ordenación del sistema de acciones a la consecución de un **resultado valioso** es algo más problemática que las anteriores. Las nociones de resultado de una acción y de valor de un resultado son algo ambiguas. No es lo mismo el resultado que obtiene un pintor al pintar un cuadro que el que obtiene un ingeniero al construir un engranaje. Para distinguir las técnicas productivas de las artes, se suele decir que en el arte no existe una intencionalidad previa de conseguir un resultado predefinido utilizando para ello los medios que se consideran más adecuados, sino que el resultado de la obra se va definiendo a medida que ésta se realiza; por el contrario, en los oficios o técnicas productivas, el resultado perseguido condiciona todo el proceso. Esto es verdad a medias. En realidad, no es un despropósito que un concepto genérico de técnica como el que estamos utilizando pueda aplicarse tanto a técnicas artísticas como productivas. La diferencia entre unas y otras depende del criterio de valoración de los resultados que rija en cada caso. En principio, cabe suponer que las realizaciones técnicas las juzgamos prioritariamente con criterios pragmáticos, de utilidad para resolver problemas prácticos, para modificar el medio que nos rodea de forma que se adapte a nuestras necesidades o para controlar de acuerdo con nuestros deseos el comportamiento de la realidad. Frente a esto, las obras de arte las valoramos con criterios no necesariamente pragmáticos. Sin embargo, conviene no olvidar que, de hecho, en la mayoría de las obras técnicas, es difícil diferenciar los componentes estéticos de los funcionales o utilitarios: desde el hacha de sílex hasta la más avanzada obra de ingeniería civil, cualquier obra técnica se puede juzgar con criterios estéticos, prácticos o eco-

nómicos. Hay, sin embargo, una última nota en nuestra caracterización de la técnica que es más relevante a este respecto: el criterio de eficiencia.

No es fácil definir la eficiencia de una acción. Por el momento podemos contentarnos con la noción intuitiva, según la cual una técnica es más eficiente que otra si consigue el mismo resultado con menor coste (bien sea económico, energético, de tiempo, etc.), o si con el mismo coste consigue un resultado más valioso, siempre que los valores de los resultados de ambas sean comparables. La dificultad, sin embargo, reside en la valoración objetiva de los resultados y los costes. Este es un asunto en el que tendremos que profundizar más adelante. Por el momento, baste con señalar que la presencia de una valoración de costes y beneficios (aunque no tenga por qué ser en sentido económico) en la caracterización de las técnicas implica que la ordenación del sistema de acciones técnicas a la consecución del resultado previsto se rige por principios de adecuación de medios a fines, es decir, por principios de racionalidad práctica o instrumental. La obra de arte se valorará fundamentalmente por su capacidad expresiva y en esa medida la ineficiencia de su realización, como la inutilidad de su resultado, puede no sólo no ser un disvalor, sino ser incluso una parte importante de su valor estético. Seguramente ésta es la razón que justifica las preferencias estéticas por las obras de artesanía frente a los productos industriales. Conviene señalar, sin embargo, que este criterio de expresividad frente a eficiencia y funcionalidad no es el único posible para la valoración estética. El auge del diseño industrial, o la incorporación de criterios estéticos a la arquitectura funcional, nos indican que hay otros criterios de valoración en que se conjugan la eficiencia y la funcionalidad con el agrado o el gusto estético.»

QUINTANILLA, Miguel Ángel. *La Tecnología: un enfoque filosófico*. Ed. Fundesco. Madrid. 1989. pp. 33 y ss.

La amplitud de la cita está justificada por el papel básico que el concepto de técnica ejerce en toda la construcción posterior (de hecho, resulta recomendable la lectura, como mínimo, de los dos primeros capítulos de la obra citada, aunque por su rigor, es claramente una lectura «de profesor», (los alumnos necesitan una previa «digestión» por parte de su profesor para poder asimilarla).

Evaluación del bloque II

Las actividades de este bloque aproximan al concepto de ciencia y establecen el primer paquete de definiciones. Es pues necesario construir actividades de evaluación que nos indiquen (y refuercen) la capacidad que posean de diferenciación de ambos conceptos. Cualquier acontecimiento, pasado o presente, puede dar pie para plantearles el análisis diferencial. Si optamos por los textos (única forma de fácil transmisión en estas hojas), podría construirse algo así:

Propuesta de evaluación

De acuerdo a las definiciones planteadas en este bloque de actividades, entre los siguientes textos, identifica (si los hay), los que hacen referencia a la Tecnología. Desarrolla detenidamente las razones que te llevan a excluir o incluir, cada texto, en el conjunto solicitado.

- *Texto 1*

«Máquina gravísima [difícil] y delicada para subir agua de un pozo que la tenga a uno o dos estados [una o dos «estaturas de hombre»]. Es del tenor siguiente: se ha de hacer un pozo de manera de balsa que llame a sí a gran cantidad de agua y, en el medio del agua, se ha de fundar un pilar de piedra no más alto de hasta la mitad que el agua subiere; y si el pozo en su centro no diere lugar por la mucha agua a que se haga en la dicha laguna el pilar de piedra, se haga de madera fuerte bien empotrada, la cual ha de quedar hundida debajo de la superficie del agua gran cantidad para que el ingenio cargue sobre ella y pueda coger el agua que ha de subir. Y sobre esta columna o postes de madera ha de cargar el ingenio de husillo [tornillo de Arquímedes] que ha de subir el agua, el cual ha de estar asentado a cola de cartabón [oblicuo] hasta que pueda levantar el agua en la altura que quisieren; el cual ha de ser del largo que requiera, conforme a la hondura de el dicho pozo o estanque tuviere y lo que ha de subir a cola de cartabón; ...».

Vida y Técnica en el Renacimiento. Manuscrito de Francisco Lobato, vecino de Medina del Campo. 1585 (Folio 8). Biblioteca de Castilla y León. Universidad de Valladolid 1987. p. 47.

• *Texto 2*

«...A pesar de los trabajos de todo tipo emprendidos sobre las máquinas de fuego y a pesar del estado satisfactorio donde han llegado hoy día, su teoría ha avanzado muy poco y los intentos para perfeccionarlas están todavía dirigidos casi por el azar.

Frecuentemente se ha suscitado la cuestión de saber si la potencia motriz es limitada, o si no tiene límites; si los perfeccionamientos posibles de las máquinas de fuego tienen un término prefijado, que la misma naturaleza de las cosas impide sobrepasar por cualquier medio que sea, o si, por el contrario, esos perfeccionamientos son susceptibles de una extensión indefinida. Durante mucho tiempo también se ha intentado saber, e incluso se intenta saber hoy, si no existirían agentes preferibles al vapor de agua para desarrollar el vapor motriz del fuego; si el aire atmosférico, por ejemplo, no presentaría, respecto a esa cuestión, grandes ventajas. Nos proponemos someter aquí a estas cuestiones a un examen ponderado.

No se ha considerado desde un punto de vista suficientemente general el fenómeno de la producción del movimiento por medio de calor. Sólo se le ha considerado en máquinas cuya naturaleza y modo de acción no le permitirían tomar toda la amplitud de que es capaz. En tales máquinas el fenómeno se encuentra de alguna manera truncado, incompleto; resulta difícil reconocer sus principios y estudiar sus leyes.

Para considerar en toda su generalidad el principio de la producción de movimiento por medio de calor, es necesario concebirlo independientemente de todo mecanismo, de todo agente particular; es necesario establecer razonamientos aplicables, no sólo a la máquina de vapor, sino a cualquier máquina de fuego imaginable, cualquiera que sea la sustancia que se utilice, y cualquiera que sea la manera que se actúe sobre ella.»

CARNOT, Sadi. *Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego*. (1820) n.º 505.
Alianza Universidad. Madrid. 1987. pp. 38 y 39.

• *Texto 3*

«Si yo formulara la tarea de la mecánica del siguiente modo: «La mecánica debe describir cómo varía con el tiempo la posición de los cuerpos en el espacio», sin añadir prolijas consideraciones y explicaciones detalladas, estaría cargando sobre mi conciencia algunos pecados mortales contra el santo espíritu de la claridad; en primer lugar descubramos estos pecados.

No está claro lo que hay que entender aquí por «posición» y «espacio». Me encuentro en la ventanilla de un vagón de ferrocarril animado de un movimiento uniforme y dejo caer una piedra sobre el terraplén, sin comunicar a aquélla impulso alguno. Veré entonces (prescindiendo de la influencia de la resistencia del aire) que la piedra cae en línea recta. Un peatón que observa la fechoría desde la carretera nota que la piedra cae a tierra según un arco de parábola. Pregunto ahora: las «posiciones» que recorre la piedra, ¿se hallan «en realidad» sobre una recta o sobre una parábola? ¿Qué significa además aquí el movimiento «en el espacio»? A partir de las consideraciones hechas, la respuesta es evidente. En primer lugar dejamos a un lado la oscura palabra «espacio», bajo la cual —reconozcámoslo sinceramente— no podemos formarnos ni el más ligero concepto, y la sustituimos por «movimiento con respecto a un cuerpo de referencia prácticamente rígido». Las posiciones con respecto al cuerpo de referencia (vagón de ferrocarril o suelo de la tierra) fueron ya definidas con detalle en la sección anterior. Si en lugar de «cuerpo de referencia» introducimos el concepto de «sistemas de coordenadas», concepto útil con vistas a una descripción matemática, podemos decir entonces: respecto a un sistema de coordenadas rígidamente unido al vagón, la piedra describe una recta; respecto a un sistema de coordenadas rígidamente unido al suelo, una parábola. En este ejemplo se ve claro que no existe ninguna trayectoria propiamente dicha, sino sólo trayectorias con relación a un cuerpo de referencia determinado.»

«Sobre la teoría de la relatividad especial y general» (1917). EINSTEIN, Albert y otros.
La teoría de la relatividad (selección de L. Pearce Williams).
Alianza Universidad Madrid. 1979.

Los textos aquí presentados seguramente exceden la longitud recomendable para una evaluación. Si se han presentado así, es por su interés y posible utilidad como material de trabajo en el aula.

El *primero* es un texto estrictamente técnico situado en la fase auroral de la tecnología. El autor describe minuciosamente la construcción de un tornillo de Arquímedes para elevar agua, ajeno totalmente a principios o fundamentos.

El *segundo* es una «reflexión sobre actos técnicos en busca de su porqué con la intención de tutelar su optimización». Es un perfecto ejemplo del hacer tecnológico. Paralelamente, muestra cómo de la reflexión sobre los actos técnicos se obtienen, por abstracción y generalización, los principios que rigen los fenómenos de la naturaleza. Es decir, muestra como el quehacer tecnológico produce, por decantación, una gran cantidad de conocimientos científicos.

El *tercero*, ejemplifica limpiamente la actividad científica (en el momento crucial del nacimiento de la teoría de la relatividad) como una forma de explicar la Naturaleza.

Estos textos tienen el valor añadido de su significación histórica (quizá más aprovechable en otros ámbitos distintos de la evaluación), pero introducen alguna dificultad de interpretación (e interesa que los textos sean bien interpretados, aunque no se comprendan las explicaciones que se dan en ellos, pues lo que se busca es la capacidad de un análisis formal; importa que sepan de lo que están hablando, no qué dicen) Si se prefieren textos más simples, una fuente inagotable puede ser la *Crónica de la Técnica* editada por Plaza y Janés. Así en su página 270 podemos leer:

«1826. Los físicos e ingenieros franceses Jean Victor Poncelet y Gaspard Gustave de Coriolis introducen en la física el concepto de trabajo mecánico. De este modo, Poncelet y Coriolis acaban con las confusiones que se producían hasta ahora en la mecánica teórica a causa de formulaciones poco claras. En 1717 Johann Bernoulli empleó para designar el trabajo el nombre de «energía». En 1807 Thomas Young utilizó asimismo el término de «energía» para referirse a la «fuerza viva», que equiparaba al trabajo.

A mediados del S. XIX, el británico William John Macquorn Rankine estableció una diferencia clara entre las energías potencial y cinética.»

Crónica de la Técnica. Ed. Plaza y Janés. p. 270.

La clasificación de «noticias» así como referencias a la Técnica, Ciencia o Tecnología, en número suficientemente abundante, colaboran a una buena evaluación del bloque. (Este libro, por su ordenación cronológica, resulta una herramienta muy útil para el desarrollo de esta disciplina).

Bloque III: EL MACROSISTEMA SOCIO-TECNO-NATURAL: UNA VISIÓN DE SU EVOLUCIÓN. EL CONTEXTO SOCIONATURAL: COMPONENTES

ACTIVIDAD 1

A partir de un gráfico similar al esquema de la *Figura 5*, se puede introducir el concepto del macrosistema «sociotecnonatural» que engloba todo el campo del análisis propuesto para la asignatura.

Es necesario significar las fases más importantes de la evolución:

- a) En un estado inicial, más bien principio teórico que realidad constatable, la especie humana forma, con su organización social, una parte poco diferenciada del conjunto del ecosistema de la Tierra. Situaciones algo más evolucionadas, pero próximas a este principio, pueden servir de ilustración. Una visión somera de cualquier grupo social primitivo, incluyendo su capacidad transformadora (y los supuestos fundamentos de ésta), sus realizaciones más sig-

nificativas, así como la interdependencia entre su vida social y su infraestructura técnica, pueden ilustrar adecuadamente la situación.

- b) La acción transformadora de la Técnica, todavía constituida por un paquete de acciones (fundamentalmente) empíricas, desencadenadas intuitivamente y seleccionadas por sus éxitos o fracasos, es decir, sin unos fundamentos teóricos que puedan considerarse significativos, comienza a levantar una prótesis entre esa naturaleza elemental, fundamentalmente hostil al hombre, y la vida de relación entre los distintos hombres.

La visión de alguna urbe medieval, con su entramado comercial y su estructura de producción artesanal, donde puedan observarse sus relaciones con el modelo de sociedad dominante pueden constituir un buen ejemplo.

- c) La fundamentación científica de la acción técnica, la aparición de la tecnología, o si se prefiere, la acción paralela y combinada de la tecno-ciencia, simultánea al desarrollo económico, da lugar a un crecimiento explosivo de los actos y productos técnicos. (Desarrollo económico o crecimiento capitalista, debido quizás a la aplicación del método técnico a la optimización de los beneficios según la clásica tesis weberiana). Se produce un cambio acelerado en la tecnoestructura que aleja rápidamente (no sin añoranza, como muestra la literatura) la vida de los hombres de la naturaleza que imaginan inicial.

La aproximación a cualquier fenómeno típicamente producido en este despegue (el urbanismo industrial, el desarrollo del transporte a vapor, el nacimiento de la fábrica, etc.) pueden permitir un adecuado contexto de reflexión.

- d) El mundo actual aparece como un complejo sistema que hunde sus raíces en la naturaleza (materias primas, productos agropecuarios, cadenas de fenómenos bio-físico-químicos, «leyes» que rigen esos fenómenos, etc.) y, armado por un intrincada tecnoestructura, sostiene (o apresa) la vida individual y colectiva de los hombres.

La realidad circundante está plena de ejemplos significativos.

El desarrollo de esta actividad puede realizarse en dos tiempos. La exposición inicial, realizada por el profesor y destinada a fijar los tipos y a estimular la búsqueda por parte de los alumnos, puede y debe aprovechar toda la batería de recursos audiovisuales que empieza a estar disponible para el profesor medio (sin olvidar que estos recursos nunca son un fin en sí mismos, sino que tienen la misión de reforzar la riqueza de la información y las motivaciones para su asimilación por parte de los alumnos). En este terreno un visionado de parte o toda la película *Metrópolis* de Fritz Lang (1926) puede ser un arranque válido para la reflexión. La propuesta de ejemplos significativos de los cuatro estados planteados, si se cuenta ya con una estimable complicidad por parte de los alumnos, pueden realizarla en clase ellos mismos, bien de forma individual o por grupos, correspondiendo al profesor la función catalizadora de estimular la defensa de cada propuesta y su discusión colectiva.

EVOLUCIÓN DE LA SOCIOTECHNONATURALEZA



ESTADO INICIAL



ACCIÓN
TRANSFORMADORA
DE LA TÉCNICA



ACCIÓN
TRANSFORMADORA
DE LA TECNOCENCIA



ESTADO ACTUAL

Figura 5

ACTIVIDAD 2

En alguno de los *flashes* anteriores, (idealmente, de alguna de las propuestas de los alumnos defendidas y discutidas en clase), en aquel que resulte más completo y significativo, es necesario ahora, en un segundo replanteamiento, intentar aislar y analizar las interrelaciones existentes entre las acciones técnicas más importantes (o simplemente más significativas para su estudio), las causas desencadenantes (con sus condicionantes y limitaciones), y sus consecuencias más sobresalientes (tanto en el plano positivo como negativo) con relación a esa misma sociedad que las generó.

Alrededor de este análisis, o mejor como conclusión de él, aparece el concepto de contexto sacionatural de la actividad tecnocientífica, campo central de la reflexión de esta asignatura.

Evaluación del bloque III

Este bloque busca fundamentalmente situar el concepto de contexto sacionatural a partir de una visión evolutiva de la relación del hombre con el medio. Cualquiera de los *flashes* utilizados durante el desarrollo del mismo, convenientemente depurado, puede convertirse en una aceptable prueba individualizada. Por la cantidad de datos de contexto necesarios parece difícil ofrecer para el análisis algún supuesto totalmente nuevo, y se hace muy necesario el tener que recurrir a soportes de información distintos a (y más ricos en intensidad de información que) un simple texto escrito, para su planteamiento.

Un ejemplo posible, y siempre partiendo de que no resulte radicalmente nuevo para los alumnos, podría ser:

Propuesta de evaluación

Una de los resultados técnicos más sorprendentes de la historia de la Humanidad es la construcción de grandes edificaciones. Y para nuestra cultura, quizá la referencia inicial más conocida la constituyen las pirámides de Egipto.

Describe el contexto sacionatural en que surgen. Para ello, y tras una breve introducción histórica, señala las causas fundamentales que las motivaron, su significación para la sociedad que las vio surgir, los recursos (humanos, económicos y técnicos) empleados en ellas, y los límites de las soluciones aportadas.

Reflexiona sobre si se puede considerar un hecho aislado o tiene paralelo en otros lugares y otras épocas, por causas similares o diferentes.

Para el tratamiento y la información previa, cuando el tema se trate en el aula, puede servir de apoyo, documentación lexicográfica como la aportada por textos como:

- MACAULAY, David. *El nacimiento de una pirámide*. Editorial Timun Mas. Barcelona. 1975.
- TERESA, Claudia de y REINA, Antonio. *Construcción del Templo Mayor*. Editorial Timun Mas. Barcelona. 1988.

Parte de esa información puede acompañar a la propuesta de ejercicio con intención orientadora. (Casi todos los títulos de esta colección, que va desde un palafito al subsuelo de una ciudad moderna, pasando por una fábrica textil, se convierten, por la calidad y sencillez de sus imágenes, en muy buenas fuentes de información).

Bloque IV: SEGUNDA PROPUESTA DE DEFINICIONES: EL SISTEMA TECNOLÓGICO: EJEMPLOS. CLASIFICACIONES

ACTIVIDAD 1

De nuevo aparece una actividad de estructuración conceptual (y merece el nombre de tal, sólo por la solemnidad que debe introducir, al objeto de resaltar la construcción y definición de conceptos, como herramientas elementales, imprescindibles para la realización del trabajo posterior; es decir, si se propone estructurada como actividad independiente, es como refuerzo de su significación).

Se hace necesario aquí definir el contexto sacionatural. Obviamente, es una definición más abierta que las anteriores, pues se trata de incluir en él todo aquello que no se aísla previamente, y como consecuencia, está sujeta a la posibilidad de muy diversos planteamientos. Por otra parte, la concepción de «contexto» como algo limitador y reactivo, ajeno a la dinámica del sistema, es una concepción especialmente combatida por los sociólogos de la ciencia y en particular por los de la técnica. Siempre es posible, en este amplio campo de elementos que restan una vez aislados los de acción (técnica) y los de fundamentación y tutela de esa acción (tecnología), establecer nuevas divisiones. Así, factores tan significados como el capital, la fuerza de trabajo, la energía, las materias primas, los valores sociales dominantes, etc. pueden aislarse fácilmente relegando el resto al contexto.

En este planteamiento, y aun a sabiendas de que se fuerza el uso coloquial del término «contexto», se opta por una propuesta globalizadora. Desde aquí se ve ese contexto como un caldo vivo y dinámico que contiene y da vida a los actos y resultados técnicos, necesiéndolos, deseándolos, haciéndolos posibles, discutiéndolos, limitándolos, impidiéndolos, disfrutándolos, (sufríéndolos), controlándolos, viviéndolos, siendo, en resumen, antecedente y consecuente de todos y cada uno de ellos. (Por supuesto que esta opción es totalmente discutible, pero cada uno debe tomar una).

Desde esta óptica se podría definir:

- Contexto sacionatural de una técnica : dada una técnica, y su tecnología asociada, entenderemos como tal el conjunto de causas, medios (naturales y artificiales), criterios, valores y vivencias, característicos de sus acciones, productos, actores e impactos.

Para que resulte completo el sistema de definiciones, queda cerrar mediante:

- Sistema tecnológico: conjunto formado por una técnica, más su tecnología asociada, más su contexto sacionatural.
- Tecnoestructura: conjunto de todos los sistemas tecnológicos.

ACTIVIDAD 2

Como cierre del bloque le corresponde al profesor proponer y desmenuzar en clase algunos sistemas tecnológicos como muestra de hasta dónde hay que llegar.

Es importante, por su valor de guía, seleccionar y documentar cuidadosamente los ejemplos a plantear.

Evaluación del bloque IV

Ahora es el alumno quien debe identificar y esquematizar un sistema tecnológico a propuesta del profesor. Con esta idea, y muy condicionada por lo que se haya desarrollado en clase, se podría proponer la siguiente evaluación:

Propuesta de evaluación

La fabricación de tejidos para la confección de ropa se puede considerar como producto de un determinado sistema tecnológico. De acuerdo con el esquema de la *Figura 6* identifica razonadamente sus componentes fundamentales.



Figura 6

Bloque V: EL TRABAJO EN GRUPOS: FORMACIÓN DE LOS GRUPOS Y SELECCIÓN DE TEMAS

ACTIVIDAD 1

Como introducción del trabajo en grupo se hace necesaria una previa selección de los sistemas a analizar. Aquí se juega una parte importante de los resultados del curso en dos frentes distintos: el de la motivación, y el de la accesibilidad y riqueza del trabajo realizado. Por ello, por una parte es importante conseguir no dar la sensación de imponer nada a nadie. En mayor o menor medida todos deben de sentir el trabajo que van a realizar como suficientemente propio. Por otro lado ninguno de los sistemas propuestos debe resultar inabordable por el grupo o estéril en sus resultados. (En momentos críticos como éste, el profesor se somete al test de tener que demostrar toda su capacidad de conducir la clase y toda su intuición para saber a dónde.)

Al objeto de poder flexibilizar más estas elecciones, resulta recomendable estructurar un proceso elaborado, (lo suficiente que permita corregir desviaciones) donde se propongan y discutan en clase una especie de anteproyectos, en número superior a los proyectos necesarios, al fin de poder dar un «cauce natural» a la eliminación de los no aptos. Con un poco de fortuna, esta fase puede servir para aclarar y remachar muchos de los puntos tratados en la unidad.

ACTIVIDAD 2

Lanzamiento del trabajo. Tras una concisa y detenida explicación, apoyada en un guión suficientemente explícito, los alumnos deben estar en condiciones de empezar su trabajo de grupo.

El esquema del «proyecto» ha de ser coherente con los paquetes de contenidos que se hayan considerado significativos en las unidades segunda y tercera, teniendo siempre presente el destino de sus resultados para el desarrollo de la última unidad.

Una buena ayuda para enfocar los aspectos concretos de cada trabajo la aportan los criterios de evaluación 2, 3, 4, 5, y 6 de los propuestos en la definición de la materia en la Resolución (*Ver Anexo*).

Evaluación del bloque V

Queda inmersa en la evaluación que se vaya realizando del trabajo durante su desarrollo.

Bibliografía

Asumo que uno de los motivos de desánimo para enfrentarse al planteamiento de una nueva disciplina es encontrarse con una enorme relación de bibliografía, ante la cual uno sospecha que el tiempo necesario para adquirirla (y mucho más para que el Centro la adquiera) y leerla, supera la duración media de un plan de estudios.

Contrariamente, uno de los problemas que acarrea el introducirse en campos nuevos (desde el punto de vista de la actividad docente) es precisamente que la poca tradición de su manejo implica la ausencia de documentación globalizada (de «libros de texto» en el sentido que Khun da a las «verdades oficiales de la Ciencia»).

Como resultado de estas dos fuerzas contrapuestas ofrezco una relación bibliográfica quizá demasiado amplia (desde luego, se van a necesitar más libros), en la que pretendo establecer una cierta guía de utilización, entendiendo que, asimilados los objetivos del curso, muchas de las referencias necesarias saldrán del caudal bibliográfico propio de quien se enfrente a la tarea de desarrollarlo.

Para ello, intento agrupar los libros por bloques según su función.

Historias generales

☐ TATON, Rene. (Direct.). *Historia General de las Ciencias* (18 tomos). Ed. Orbis. Barcelona. 1988.

Obra clásica que constituye una muy buena base de referencia para las «investigaciones históricas» que resulten necesarias en la dinámica de la clase. Su manejo en esta edición resulta un poco incómoda pues en realidad el número de volúmenes, que es de dieciocho (de tamaño casi de bolsillo), no coincide con el número de «tomos» (menor) tal como los referencian los índices. Con todo, aparece como una obra de aula imprescindible.

☐ BERNALD, John D. *Historia social de la Ciencia* (2 tomos). Ed. Península. Barcelona. 1967.

Obra complementaria de la anterior, resulta más difícil para la localización de datos. Es, sin embargo, muy rica en planteamiento de contextos y condicionamientos sociales de los acontecimientos científicotécnicos, por lo que resulta muy adecuada para los objetivos del curso. Su edición en dos tomos excesivamente compactos y su letra reducida dificultan el acceso de los alumnos a su contenido. Con todo resulta una obra conveniente para el aula.

☐ WILLIAMS, Trevor I. (y otr.). *Historia de la Tecnología* (5 tomos). Siglo XXI. Madrid. 1987.

Incluida aquí como historia de la técnica (hay otras posibles). Fue editada en dos bloques, los tres primeros tomos inicialmente, y más tarde lo dos últimos. En edición de bolsillo, como resumen de una obra muy superior, resulta poco cómoda de manejar. Contiene una gran cantidad de datos por lo que resulta muy interesante como obra de referencia en el aula.

- ☐ POUNDS, Norman J. G. *La vida cotidiana: historia de la cultura material*. Editorial Crítica. Barcelona. 1992.

Editada en un tomo manejable, bien encuadernado (para «soportar» la utilización por parte del alumnado), presenta un aspecto insólito de la historia: el contexto sociotecnológico en que ésta se desarrolla. No es obra de referencia, pero sí de muy interesante lectura para el profesor y para algún grupo de alumnos en determinados capítulos relacionados con los trabajos en curso. Es libro recomendable para el aula.

Historias «cronológicas»

- ☐ *Crónica de la Técnica*. Plaza y Janés. Barcelona. 1989.

Obra en un único tomo, de tamaño grande (24x31 cm) y abundantes hojas (1.035), presenta la forma de una gran hemeroteca ordenada cronológicamente de acontecimientos técnico-científicos. Repleta de «noticias», resulta especialmente útil en trabajos de aula y preparación de evaluaciones. También puede servir de referencia en trabajos de grupos. Obra muy interesante para el aula.

- ☐ ASIMOV, Isaac. *Cronología de los descubrimientos*. Ariel Ciencia. Barcelona. 1990.

De características similares a la anterior, de formato algo menor y menos hojas, incluye también descubrimientos geográficos. Resulta un adecuado complemento de la anterior. Es, por tanto, una interesante obra de aula.

De «momentos históricos»

- ☐ GILLE, Bertrand. *La cultura técnica en Grecia: el nacimiento de la Tecnología*. Juan Granica Ediciones. Barcelona. 1985.

Cualquiera de los enfoques por los que se opte para la materia, en cuanto haga reflexión histórica, y en nuestra cultura, deberá remontarse a la Grecia clásica. En aquel punto geográfico y cronológico coinciden por primera vez una técnica depurada, una ciencia joven, pero robusta y, como subtitula Gille su libro, una tecnología naciente. Libro de bolsillo de fácil lectura, resulta muy conveniente para el profesor, y tiene poca aplicación para el alumno medio (reservado para alguno brillante, que también los hay).

- ☐ FARRINGTON, Benjamin. *Ciencia y filosofía en la Antigüedad*. Ariel. Barcelona. 1986.

De fácil lectura, contiene una amena descripción de los saberes clásicos. Como es costumbre en Farrington, esta descripción se ve ordenada por su interpretación de los hechos. Aunque discutido por ello, resulta un autor muy apreciable para los niveles en que nos movemos donde un exceso de detalle, y la ausencia de ideas globalizadoras, puede llevar fácilmente al confusiónismo. Interesante libro para el profesor y para alumnos determinados.

- ☐ KOYRÉ, Alexander. *Estudios de historia del pensamiento científico*. Siglo XXI. Madrid. 1990.

Obra clásica y definitiva para entender la crucial transición del pensamiento humano en la Revolución Científica del Renacimiento. Exhaustiva y detallista, obra de «tesis», resulta de lectura muy densa para los alumnos. Su sesgo idealista (Koyré es un platónico militante a través del platonismo que ve en Arquímedes) contrapesa el planteamiento marcadamente materialista que late detrás de todo este desarrollo. Resulta un libro interesante para el profesor, pero de escasa utilidad en el aula.

- ☐ GARCÍA TAPIA, Nicolás. *Ingeniería y Arquitectura en el Renacimiento español*. Universidad de Valladolid. Valladolid. 1990.

A la hora de construir una biblioteca de aula, es imposible intentar barrer de forma amplia todos los momentos históricos. Cuando se inicia la materia, es necesario, en función de condiciones de contexto (Centro, alumnado, profesores, planteamiento de la materia, etc.), decidir puntos o momentos que se van a considerar importantes. Para el análisis del actuar empírico, de la técnica decantada por la experiencia y con reducido bagaje de fundamentos, resulta especialmente rico y significativo por su proximidad (geográfica, cultural, etc.), el renacimiento y barroco español, sobre el que últimamente, y alrededor de numerosos trabajos en los archivos nacionales (Simancas, etc.) están apareciendo numerosas publicaciones. El libro de García Tapia aquí citado, riguroso y panorámico, debe tomarse como una muestra del grupo, editado fundamentalmente por las universidades castellanas (principalmente Valladolid), la Junta de Castilla y León, el CEHOPI, etc. En esta línea, resulta un interesante libro de aula.

- ☐ ROMEU DE ARMAS, Antonio. *Ciencia y Tecnología en la España Ilustrada*. Ed. Turner. Madrid. 1980.

En la línea anterior, este libro ejemplifica el desembarco de las ideas ilustradas en el desarrollo científico-técnico. En duro contraste con la realidad empírica pero pujante de la época anterior, los logros ilustrados se alejan de la acción inmediata y pasan a refugiarse en los ámbitos académicos sin lograr la fertilización y desarrollo de la realidad técnicoindustrial del país. Aunque hay otros, puede representar dignamente el momento histórico, alrededor de la figura de Agustín de Betencourt y su fundación de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

- ☐ SÁNCHEZ RON, José Manuel. *El poder de la Ciencia*. Alianza Ed. Madrid. 1992.

Aunque defraude en los análisis sociológicos que promete (e incluso insinúa su título), de documentado contenido histórico, resulta una obra muy interesante para conocer el tramo final de la historia de la tecnociencia y el espaldarazo final dado por las dos guerras mundiales a la ciencia como valor social prioritario. De relativamente fácil lectura y con gran cantidad de datos, resulta un libro muy interesante para el aula.

Conceptual

- ☐ QUINTANILLA, Miguel Ángel. *Tecnología: un enfoque filosófico*. Fundesco. Madrid. 1989.

Obra muy significativa desde el punto de vista de los fundamentos de la estructura conceptual propuesta (como lo muestra la amplitud de sus citas), resulta notablemente «dura» para los objetivos de esta asignatura. De sus seis capítulos, aparecen como imprescindibles y de lectura asequible los dos primeros, son áridos y excesivos para nuestros fines los dos siguientes, y resultan convenientes, los dos últimos. Es un libro decididamente «de profesor».

- ☐ ORTEGA Y GASSET, José. *Meditación de la Técnica y otros ensayos sobre ciencia y filosofía*. Rev. de Occidente de Alianza Ed. Madrid. 1982.

Si se opta por los estadios del desarrollo de la técnica propuesto en estas hojas, al menos la Meditación sobre la Técnica, resulta imprescindible. Corto, muy claro, con la atractiva agilidad de una charla, con un lenguaje ejemplarmente conciso, resulta una lectura en extremo interesante y formativa para los alumnos. En edición de bolsillo, muy manejable y económica.

- ☐ DUQUE, Félix. *Filosofía de la Técnica de la Naturaleza*. Ed. Tecnos. S. A. Madrid. 1986.

Un planteamiento alternativo, ofrece otros estadios de la evolución de la técnica (ahora en cinco pasos). De lenguaje apresurado y cargado de referencias, resulta de lectura difícil para los alumnos. Presenta la novedad de analizar con detalle el nacimiento del técnico actual (el *ingeniator*). Rico en ejemplos y sugerencias, resulta una lectura recomendable para el profesor.

☐ MUNFORD, Lewis. *Técnica y civilización*. Alianza Editorial. Madrid. 1971.

Obra clásica, ejemplo de reflexión humanista sobre la técnica, introduce también su cronología del desarrollo de la Técnica. Más volcado en la última fase de la cronología orteguiana (la técnica del técnico), recorre con detalle las relaciones acción/fundamentación (técnica/ciencia) en su evolución (de la paleotecnía a la neotecnía). Obra conveniente en el aula y rica en fragmentos aprovechables directamente por los alumnos.

☐ MITCHAM, Carl. *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* Anthropos. Barcelona. 1989.

Libro de bolsillo, hace un recorrido académico y actualizado por las diversas corrientes de la filosofía de la técnica/ tecnología. Recurso útil para el profesor por su versión sucinta y panorámica.

Sobre la organización del trabajo

La presencia de libros sobre la organización del trabajo sólo tiene sentido si, en los desarrollos que se plantean como posibles, se va a incidir en esa especial relación que surge entre la técnica y el hombre a través del trabajo. Bien sea para su estudio interno, o utilizada como vía de análisis para entender una parte importante de la interacción entre la técnica y la estructura de la sociedad (las relaciones laborales/relaciones de clase). En ese caso, y junto a manuales generales que aporten visiones «escolares» del problema, resultan de especial utilidad:

☐ TAYLOR, Frederick W. *Management científico*. Oikos-Tau. Barcelona. 1970.

Obra corta (edición de bolsillo), de gran claridad y fácil lectura donde se exponen sin dulcificaciones los principios de la organización científica del trabajo, metodología clave para entender el avance explosivo de la industrialización con la incorporación de grandes masas de emigrantes campesinos como mano de obra sin cualificar. Por su planteamiento dialéctico (el texto no expone, intenta convencer), favorece los debates sobre sus tesis. Es libro de profesor, pero sus párrafos más importantes son asequibles a los alumnos.

☐ CORIAT, Benjamin. *El taller y el cronómetro*. Siglo XXI. Madrid. 1982.

Adecuado complemento del anterior, realiza una dura crítica del *taylorismo* y del *fordismo* desde la óptica de la pérdida de autonomía (y por tanto de poder) del trabajador. Resumen de la tesis doctoral del autor, resulta un libro de difícil lectura para los alumnos. Sólo útil (y conveniente) como libro de profesor.

☐ GAUDEMAR, Jean-Paul de. *El orden y la producción*. Ed. Trotta. Madrid. 1991.

Serena y documentada reflexión sobre los aspectos jerárquicos en la ordenación de las relaciones laborales. El análisis de reglamentos de régimen interno constituye su material fundamental. Libro de interés exclusivamente para el profesor.

☐ HILF, Hubert H. *La ciencia del trabajo*. Rialp ed. S.A. Madrid 1963.

El planteamiento de la aplicación de los métodos tecnológicos a la optimización de los modos de realizar y organizar el trabajo, disparó, por su repercusión económica, el desarrollo de una «nueva ciencia» (más correctamente «acción tecnológica») cuyo objeto de estudio fue la capacidad de producir trabajo de los seres humanos. La organización científica del trabajo, como técnica debería buscar su fundamentación en esta «ciencia». Este curioso manual, aparece como un claro exponente de esta forma de pensar, y, para acabar dando normas para la organización del trabajo, recorre desde la «fisiología del trabajo» hasta la «pedagogía del trabajo». Libro para leer con un pronunciado distanciamiento crítico, y por tanto sólo considerable como libro de profesor.

De política tecnológica

Campo en el que permanentemente se publican novedades, las citas siguientes pueden considerarse ya como «clásicas».

- ☐ WINNER, Langdon. *Tecnología autónoma: la técnica incontrolada como objeto del pensamiento político*. Gustavo Gili. Barcelona. 1979.

Langdon Winner es uno de los autores pioneros en el planteamiento moderno del control social de la tecnología. Obra ya algo anticuada (éste es un terreno donde los avances son de las últimas décadas), pero que presenta la ventaja de la generalidad que suele acompañar a los planteamientos iniciales. Con todo es un libro demasiado amplio para la lectura por parte de los alumnos, y necesita una «digestión previa» por parte del profesor.

- ☐ WINNER, Langdon. *La ballena y el reactor: una búsqueda de los límites en la era de la alta tecnología*. Gedisa Barcelona. 1987.

Libro más actual y maduro del mismo clásico autor. De fácil lectura (organizado en capítulos relativamente independientes). Planteado como divulgación, resulta interesante como libro de aula para su lectura (aunque sea fragmentada) por parte de los alumnos.

- ☐ BRAUN, Ernest. *Tecnología rebelde*. Fundesco–Tecnos. Madrid. 1986.

Otra visión del mismo problema. Profesor por algún tiempo de Política Tecnológica, Ernest Braun aborda el problema con mayor espíritu académico. Su estilo, sumado a una edición compacta y de letra pequeña, no lo hacen fácilmente asequible a los alumnos. Muy conveniente como libro de profesor.

Anexo: Currículo oficial (*)

Introducción

Mediante la actividad técnica, el ser humano modifica las sustancias materiales, los fenómenos naturales y el entorno con el fin de satisfacer sus necesidades y mejorar sus condiciones de vida. La técnica es una manifestación social, forma parte del tejido cultural de cada grupo humano en un momento determinado y sus productos reflejan las necesidades, aspiraciones y valores de una colectividad. A su vez, la actividad técnica es capaz de modificar la sociedad, vertebrarla de otro modo, cambiar sus niveles de riqueza y bienestar, transformar sus sistemas de valores y alterar, radicalmente incluso, el medio físico.

Por otra parte, la humanidad ha intentado siempre comprender e interpretar el mundo, buscando explicaciones a los fenómenos naturales y sociales. El pensamiento filosófico y científico, empleando el razonamiento, la especulación y la prueba, ha creado conceptos, establecido leyes y teorías, imaginado y construido modelos ideales que permiten explicar, con razonable grado de certeza, el funcionamiento del mundo. La actividad científica y la sociedad en la que se desarrolla mantienen también una relación de interdependencia. La ciencia es una manifestación social condicionada, en cada momento histórico, por los problemas, valores y creencias vigentes y proporciona, a su vez, ideas capaces de alterar sustancialmente los conocimientos, valores y creencias que estructuran el tejido social.

Ciencia y técnica son realidades difíciles de separar. La ciencia —saber por qué— y la técnica —saber hacer— se han potenciado y fecundado mutuamente a lo largo de la historia. La actividad técnica, muchas veces empírica, ha proporcionado instrumentos de observación, experiencias y argumentos útiles para edificar el conocimiento científico. A su vez, la aplicación del conocimiento científico ha posibilitado un desarrollo vertiginoso de las técnicas, convirtiéndose en el factor más importante de la producción y haciendo menos necesaria la destreza manual. La fecundación de la técnica por la ciencia ha dado lugar a una actividad de síntesis, la tecnología, que caracteriza nuestro tiempo.

La tecnología —saber cómo y por qué hacer— persigue desarrollar soluciones prácticas a problemas y necesidades existentes, de un modo sistemático y ordenado. Para alcanzar sus fines, el tecnólogo emprende investigaciones y aplica tanto los conocimientos científicos como la experiencia técnica de que dispone. Es, pues, el producto de la simbiosis entre la investigación científica y las técnicas de producción. Las diversas tecnologías permiten producir, modificar y mejorar objetos, instrumentos, medios de producción, servicios, espacios y ambientes, para satisfacer las necesidades más variadas. Con el desarrollo tecnológico ha aumentado además, exponencialmente, la posibilidad de obtener nuevos conocimientos científicos y de aplicarlos para ofrecer más y mejores productos.

(*) Resolución de 29 de diciembre de 1992, de la Dirección General de Renovación Pedagógica, por la que se regula el currículo de las materias optativas de Bachillerato («BOE» n.º 25 de 29 de enero de 1993).

El desarrollo científico y tecnológico ha tenido un papel de gran importancia en muchas transformaciones sociales, no sólo en lo relativo a las condiciones materiales de vida, sino también en la propia organización interna y en los valores y creencias compartidas. Desde la perspectiva de los países desarrollados, la sociedad actual es mejor, más segura y confortable. Pero, a la vez que se ha producido este progreso, se han agrandado las desigualdades entre naciones en lo relativo a la producción y distribución de riqueza. El desarrollo tecnológico ha inducido también profundas transformaciones culturales y alterado las escalas de valores vigentes en distintos pueblos y culturas, ha influido decisivamente en la configuración del poder político, económico y militar de las naciones, ha acercado la posibilidad de agotamiento por extenuación de los recursos naturales del planeta y ha producido efectos desastrosos, no deseados, en el medio ambiente.

A menudo, el estudio de la dimensión científica y técnica de la evolución social, está ausente de la enseñanza de las ciencias sociales. Tampoco es habitual encontrar referencias a las condiciones y repercusiones sociales de una tecnología determinada en los programas de formación técnica. La fuerza de la tradición académica y del ambiente cultural, actuando sobre el diseño de los planes de estudios, ha hecho quizá que éstos aparezcan segmentados en exceso, segregados en dos ámbitos académicos injustificadamente estancos, uno humanista o de letras y otro científico y técnico.

La finalidad central de la materia Ciencia, Tecnología y Sociedad, consiste en proporcionar a los estudiantes una ocasión para relacionar conocimientos procedentes de campos académicos habitualmente separados, un escenario para reflexionar sobre los fenómenos sociales y las condiciones de la existencia humana, desde la perspectiva de la ciencia y la técnica, así como para analizar las dimensiones sociales del desarrollo tecnológico. Es pues una materia con una clara voluntad interdisciplinar, integradora y abierta al tratamiento de cuestiones —el medio ambiente, los modelos de desarrollo económico y social, la responsabilidad política y los modelos de control social, etc.— que no están claramente instalados en una disciplina académica concreta, pero que tienen un papel decisivo en la vida social.

De este carácter integrador y crítico nace el valor formativo de Ciencia, Tecnología y Sociedad, valor aplicable al currículo de cualquiera de las modalidades del Bachillerato. Una materia optativa que, a través del estudio de las interacciones mutuas de ciencia, tecnología y sociedad, trata de contribuir a la formación de ciudadanos capaces de comprender fenómenos de naturaleza compleja, reflexionar sobre ellos y elaborar juicios de valor propios, capaces de tomar decisiones y participar activamente en la vida social.

Los contenidos de Ciencia, Tecnología y Sociedad abarcan un amplio campo temático, dado su carácter decididamente interdisciplinar, que pueden concretarse en programaciones muy distintas, en función del contexto del centro docente, de las decisiones adoptadas en su Proyecto Curricular, de las modalidades del Bachillerato y de las peculiaridades del profesorado que la imparta. Dichos contenidos se han agrupado y ordenado alrededor de cinco núcleos o ejes temáticos.

El primer núcleo gira en torno a los conceptos centrales, su evolución histórica y sus implicaciones sociales inmediatas. El segundo está dedicado a estudiar la articulación de estos conceptos en el sistema tecnológico de la producción, de modo que permita analizar la acción humana intencionada, dirigida a modificar el medio. La actividad tecnológica y el desarrollo científico y técnico tienen efectos innegables sobre la sociedad, ejerciendo un papel, a veces determinante, en la modificación de múltiples aspectos de la vida social: el análisis de dichas repercusiones es el común denominador de los conocimientos del tercer núcleo. El cuarto núcleo de contenidos engloba aprendizajes relativos al control social de los fenómenos tecnológicos y al estudio de las relaciones existentes entre las fuerzas sociales presentes y las distintas direcciones que puede tomar el desarrollo tecnológico. Por último, como clave que cierra y da coherencia a los anteriores, aparece un núcleo de reflexión filosófica sobre la ciencia y la tecnología, una reflexión abierta a diferentes perspectivas: ética, antropológica, epistemológica, estética o de filosofía social.

Este modo de presentación no corresponde a un supuesto orden de importancia. Tampoco es imprescindible ni parece razonable abordar todos los contenidos de todos los núcleos. Por el contrario, es aconsejable seleccionar y concretar aquellos contenidos que, procedentes de los cinco núcleos, van a incorporarse a la programación de la enseñanza de la materia, adaptándolos y articulándolos en un discurso coherente y significativo para los estudiantes.

Objetivos generales

El desarrollo de esta materia ha de contribuir a que las alumnas y los alumnos desarrollen las siguientes capacidades:

1. Comprender la influencia de la ciencia y la técnica en la evolución de las sociedades, así como los condicionamientos históricos y sociales en la creación científica y tecnológica.
2. Analizar y valorar las repercusiones sociales, económicas, políticas y éticas de la actividad científica y tecnológica.
3. Aplicar los conocimientos científicos y tecnológicos adquiridos al estudio y valoración de problemas relevantes en la vida social.
4. Utilizar los conocimientos sobre las relaciones existentes entre ciencia, tecnología y sociedad para comprender mejor los problemas del mundo en que vivimos, buscar soluciones y adoptar posiciones basadas en juicios de valor libre y responsablemente asumidos.
5. Apreciar y valorar críticamente la capacidad potencial y las limitaciones de la ciencia y la tecnología para proporcionar mayor grado de bienestar personal y colectivo.
6. Adquirir una mayor conciencia de los problemas ligados al desarrollo desigual de los pueblos de todo el mundo y adoptar una actitud responsable y solidaria con ellos.
7. Analizar y evaluar críticamente la correspondencia entre las necesidades sociales y el desarrollo científico y técnico, valorando la información y participación ciudadanas como forma de ejercer un control democrático del mismo.

Contenidos

Ciencia, técnica y tecnología: Perspectiva histórica

- Evolución y *homo faber*. El papel de la técnica en el proceso de hominización.
- El nacimiento del pensamiento y el método científicos.
- Desarrollo e implicaciones de la Revolución Industrial.
- Ciencia y técnica en el mundo actual. El desarrollo de la tecnología.
- Historia social del desarrollo científico y técnico en algunos ámbitos característicos: conocimiento del universo, producción y aprovechamiento de energía, producción de alimentos, la salud, la información, el transporte y las comunicaciones, el hábitat, etc.

El sistema tecnológico

- La tecnología como sistema. Componentes del sistema tecnológico: conocimiento, recursos técnicos, capital y contexto social.

- El papel del conocimiento en el sistema tecnológico. La investigación científica. Ciencia aplicada. Investigación planificada (I+D).
- Cantidad y calidad de los recursos técnicos disponibles: materiales y fuentes de energía, técnicas y herramientas, fuerza de trabajo.
- La financiación de la tecnología. Costes de la investigación, producción y distribución. Interdependencia y colaboración tecnológica.
- Necesidades y demandas sociales. Oportunidades de mercado. Calidad de vida, modos de vida y sistemas de valores.

Repercusiones sociales del desarrollo científico y técnico

- Transformaciones económicas: industrialización, terciarización. Desigualdades en el desarrollo económico.
- Crecimiento demográfico: crecimiento de la población, control de mortalidad y de natalidad.
- Efectos en la construcción social: estructura social, relaciones de producción, valores y hábitos. Las concepciones del mundo. Influencia en la vida cotidiana.
- Impacto directo en el medio ambiente: vertidos, calentamiento, agotamiento de recursos y de la biodiversidad. Efectos indirectos: riesgos, subproductos y residuos. Valoración de casos significativos.

El control social de la actividad científica y tecnológica

- Prioridades sociales de investigación científica y desarrollo tecnológico. Modelos de desarrollo.
- Evaluación de la tecnología: alcance y limitaciones.
- El control del mercado y del Estado sobre la tecnología; su dimensión supranacional.
- Desarrollo científico y técnico y poder político. Información y participación ciudadanas en la toma de decisiones.

El desarrollo científico y tecnológico: reflexiones filosóficas

- Los mitos del progreso científico y técnico. Las dimensiones del progreso personal y social.
- El problema de la racionalidad tecnológica. La correspondencia entre el fin y los medios. Crítica de la razón instrumental.
- Desarrollo tecnológico y responsabilidad moral. El problema de la neutralidad científica y técnica.
- La dimensión estética de la actividad tecnológica.

Crterios de evaluación

1. *Identificar las características específicas de la ciencia, la técnica y la tecnología, diferenciando tales tipos de actividad y reconociendo su interdependencia.*

Este criterio permite evaluar si el alumno ha adquirido los conceptos necesarios para establecer una comparación entre la ciencia, la técnica y la tecnología, reconociendo su mutua dependencia sin confundir tales ámbitos de la actividad humana.

2. *Reconocer las relaciones existentes entre un logro científico o técnico relevante y el contexto social en el que se produce, identificando las necesidades y valores a los que responde.*

Con este criterio se pretende comprobar la comprensión alcanzada por el alumno acerca de la dimensión social de la producción científica y técnica en una época determinada, de forma que identifique las circunstancias concretas que, en ese momento histórico, han favorecido la aparición o desarrollo de las mismas.

3. *Explicar las causas determinantes que, en un momento dado, han supuesto el abandono o el retraso en la aplicación de algún descubrimiento científico o desarrollo técnico relevantes.*

Complementario del anterior, este criterio permite valorar en qué medida el alumno es capaz de identificar, al analizar un caso característico de una época histórica determinada, los condicionamientos que han operado sobre la producción científica y técnica, inhibiendo o retrasando su aparición y desarrollo.

4. *Elaborar informes sobre las aplicaciones de un logro científico o tecnológico relevante en el mundo actual, evaluando críticamente sus consecuencias sociales o medioambientales.*

Este criterio persigue evaluar la capacidad del alumno para recopilar, elaborar información y adoptar un juicio crítico sobre la aplicación de un conocimiento científico o un desarrollo técnico relevante y actual, identificando sus implicaciones en las condiciones de vida y, en su caso, las alteraciones del medio físico.

5. *Exponer los hitos relevantes de la evolución de un ámbito concreto del desarrollo científico o técnico, indicando las principales consecuencias sociales derivadas de los mismos.*

Mediante este criterio se puede comprobar el grado de conocimiento adquirido por el alumno a la hora de relacionar los avances científicos o técnicos de un ámbito concreto con las transformaciones sociales que han supuesto. Igualmente permite evaluar la competencia adquirida para organizar una exposición y extraer conclusiones del conjunto de datos manejados.

6. *Analizar los rasgos que caracterizan el grado de desarrollo tecnológico de una sociedad determinada, a partir de un conjunto de datos significativos.*

Lo que se pretende evaluar es la capacidad de relacionar los parámetros principales del sistema productivo de una sociedad determinada, relacionándolos entre sí para sacar conclusiones sobre su grado de desarrollo tecnológico. Deben, pues, proporcionarse datos relevantes, que caracterizan fundamentalmente una sociedad, y centrarse en un campo concreto de la actividad tecnológica tal como las comunicaciones, la producción de alimentos o de bienes de consumo... para extraer consecuencias generales sobre las posibilidades y las limitaciones de desarrollo de esa sociedad.

7. *Argumentar y debatir acerca de los derechos de los ciudadanos a estar informados y participar en la toma de decisiones políticas sobre la investigación y las aplicaciones científicas y tecnológicas, tomando como referencia un caso concreto de relevancia social.*

La aplicación de este criterio permite comprobar si el alumno es capaz de proponer y contrastar argumentos sobre el papel de los ciudadanos en el control social de las decisiones relacionadas con el desarrollo científico y tecnológico, centrándose en un caso o situación concreta que le resulte familiar y haya sido objeto de controversia social (energía nuclear, prolongación de la vida, industria de defensa, ingeniería genética, etc.)

8. *Analizar y enjuiciar críticamente las posibilidades y limitaciones de la ciencia y la tecnología en la búsqueda de soluciones a los problemas más acuciantes de la humanidad.*

Este criterio sirve para evaluar la capacidad del alumno a la hora de emitir un juicio personal y crítico acerca del papel de la ciencia y la tecnología como actividades que pueden contribuir a solucionar problemas que afectan al conjunto de la humanidad (explosión demográfica, desarrollo desigual de los pueblos, agotamiento de recursos, calentamiento de la atmósfera, pérdidas de biodiversidad, etc.), siempre que dichas actividades se pongan al servicio de los intereses colectivos.

9. *Formular preguntas y plantear problemas de carácter filosófico sobre algunas dimensiones de la actividad tecnológica, proporcionando respuestas argumentadas y someténdolas a debate.*

Con este criterio se pretende comprobar si el alumno es capaz de reflexionar sobre la tecnología adoptando un punto de vista específicamente filosófico, mediante el planteamiento de problemas relacionados con cuestiones como la racionalidad tecnológica, las dimensiones del progreso personal y social, la dimensión ética y estética de la actividad tecnológica, etc. Asimismo la aplicación del criterio permite evaluar la capacidad del alumno para poner a prueba, mediante el diálogo con los demás, sus propios argumentos y/o conclusiones sobre los problemas analizados.



CENTRO DE DESARROLLO CURRICULAR



DIRECCIÓN GENERAL DE RENOVACIÓN PEDAGÓGICA

CENTRO DE DESARROLLO CURRICULAR