

# Acercando la ciencia a la sociedad: la perspectiva CTS su implantación educativa<sup>1</sup>

Mariano Martín Gordillo  
José A. López Cerezo

---

## 1. Introducción

Es ya un tópico afirmar que uno de los aspectos distintivos del siglo XX frente a cualquier otro momento histórico es la multiplicación de los conocimientos científicos y la radical transformación tecnológica de las condiciones de la vida humana. Los sueños clásicos de los relatos de ciencia-ficción han perdido gran parte de su encanto romántico al hacerse reales, en el tránsito al tercer milenio, muchos de los prodigios que contenían. La innovación tecnológica y el cambio correspondiente en las formas de vida humana ha dejado de figurar en los análisis prospectivos para formar parte de la cotidianidad de una parte del planeta.

Las condiciones de la vida humana siempre han estado marcadas por un aspecto adaptativo singularmente relevante y del que carecen las demás especies: la capacidad para la transformación técnica del medio. Sin embargo, al terminar el segundo milenio la vida humana ha devenido en algo inevitablemente dependiente de la tecnología, dándose la curiosa dialéctica entre determinación e indeterminación mutua que ya anunciara Ortega (1939) al caracterizar la *técnica del técnico*.

Es quizá ese carácter de espejos enfrentados lo que dificulta la comprensión nítida del fenómeno tecnocientífico cuando se le relaciona con la sociedad que lo produce y sobre la que, a su vez, tiene tan importantes efectos. La perplejidad, las imágenes borrosas e, incluso, las ilusiones ópticas han caracterizado la percepción que la sociedad tiene acerca de sus relaciones con la ciencia y la tecnología. No debe extrañar, por tanto, que la interacción entre ciencia, tecnología y sociedad se esté convirtiendo en un motivo de controversia a diferentes niveles. Existe, sin duda, una preocupación ciudadana (inducida o amplificada por los medios —también técnicos— de comunicación social) por los efectos de ciertos desarrollos tecnocientíficos que plantean interrogantes singulares sobre lo que somos (cuando ya es posible la replicación de seres vivos idénticos, lo que comemos (cuando ya es posible la creación de alimentos transgénicos) o lo que sabemos (cuando las redes de comunicación casi han llegado al paroxismo de la infinitud). Pero también en los niveles académicos la naturaleza de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad dista mucho de ser una verdad científica probada, objetiva e incuestionable. La tradición internalista de filosofía de la ciencia que marcó buena parte del siglo XX ha sido duramente criticada por planteamientos que consideran que los artefactos y conocimientos tecnocientíficos no pueden ser adecuadamente comprendidos sin la referencia a su contexto social correspondiente.<sup>2</sup>

La inflación del desarrollo tecnocientífico ha motivado, además, la creciente incorporación de esas disciplinas en la planificación educativa de todos los países. Frente al predominio de la troncalidad de los saberes tradicionales, la nueva formación universitaria tiende a multiplicar las ramificaciones y especialidades correspondientes a los nuevos campos tecnocientíficos que, precisamente con esa explosión epistémico-educativa, siguen proliferando. Pero también la educación general en sus niveles primario y secundario ha vivido el incremento de la presencia de los modernos contenidos científicos en las sucesivas renovaciones de sus currículos. Es algo asumido que en la formación general del ciudadano debe tener un papel importante el contacto con las diversas realidades científicas y tecnológicas, del mismo modo que la formación superior se concibe como la especialización en cada una de ellas. Se trata en general de potenciar la presencia de la ciencia y la tecnología en la formación de los ciudadanos, dada la relevancia que éstas han cobrado en el mundo contemporáneo.

Sin embargo, a pesar de que la tradición internalista de los análisis sobre la ciencia va siendo contestada en los ámbitos académicos, las concepciones descontextualizadas de la ciencia y la tecnología siguen dominando la organización curricular de la enseñanza de esos contenidos en los sistemas educativos. Parece pertinente, por tanto, que la crítica a la reproducción social de esa imagen en las instituciones educativas no se limite a los ensayos sociológicos en los que se denuncia el papel reproductor de la escuela respecto de las ideologías dominantes (en este caso, la ideología tradicional sobre las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad). La ausencia de propuestas alternativas hace que esa denuncia carezca de relevancia fuera de los círculos especializados en esas disciplinas críticas (sociología de la educación, teoría de la organización escolar...) y contribuya poco o nada a la transformación de la realidad educativa. Por ello, parece necesario articular propuestas concretas y alternativas a la imagen heredada sobre la ciencia y la tecnología, así como sobre sus relaciones con la sociedad. Si los planteamientos críticos han cristalizado en movimientos sociales y en ámbitos académicos dando forma a lo que se conoce como perspectiva CTS (por los estudios sobre "ciencia, tecnología y sociedad"),<sup>3</sup> parece imprescindible intensificar los esfuerzos encaminados a transformar la imagen social de la actividad tecnocientífica en sintonía con esos planteamientos críticos. Las instituciones educativas en los distintos niveles son las que, en buena medida, producen y reproducen las imágenes sociales sobre dicha actividad. Será, por tanto, la revisión de los proyectos educativos desarrollados en dichas instituciones una de las bases para una comprensión social más ajustada de la ciencia y la tecnología, así como la condición para la efectiva participación pública de los ciudadanos en las decisiones sobre su desarrollo.

En lo que sigue pretende justificarse la orientación de una de esas propuestas prácticas para la transformación educativa de la imagen de la ciencia, la tecnología y sus efectos sobre la sociedad. Se presentan, en primer lugar, algunas de las ideas más comunes sobre el tema enfrentándolas a la consideración alternativa propia de la perspectiva CTS. Tras ellas, se hacen algunas reflexiones sobre la naturaleza de la imagen educativa de la actividad

tecnocientífica y su función. Por último, se esbozan las líneas generales de una propuesta educativa orientada desde los planteamientos CTS. En ella se distingue una tipología de casos de estudio sobre ciencia y tecnología que puede resultar fértil para afrontar los análisis de este tipo de controversias en situaciones reales y se perfilan los planteamientos curriculares de una propuesta para un curso sobre «Ciencia, Tecnología y Sociedad», organizando sus contenidos de acuerdo con los criterios de la citada tipología.

## 2. Las controvertidas relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad

Las últimas décadas del siglo XX han supuesto la crisis de la visión tradicional de la ciencia y la tecnología como entidades aisladas de las controversias sociales. La aparición de una orientación académica que reclama la contextualización social de la tecnociencia ha venido a coincidir con el creciente cuestionamiento social de la autonomía del desarrollo tecnológico y la supremacía de los expertos en la toma de decisiones sobre el mismo. El conflicto *en ciencia y sobre la ciencia*, la controversia tecnocientífica y la polémica pública, es hoy la norma más bien que la excepción. Lo que se conoce como movimiento o perspectiva CTS ha alcanzado un alto grado de desarrollo tanto en los niveles académicos, orientando estudios sobre tecnociencia socialmente contextualizados, como en el activismo social, suponiendo la legitimación de posiciones críticas con la idea de que cualquier avance tecnocientífico habrá de ser socialmente positivo y, por tanto, aceptable *a priori* por la opinión pública.

Esta nueva situación supone una ruptura definitiva con la concepción positivista de las relaciones entre ciencia y sociedad que fue dominante durante los dos primeros tercios del siglo XX. Esa concepción (aun viva entre muchos expertos, políticos y divulgadores) sostiene que la ciencia, y la tecnología como aplicación de ella, serían el resultado de una evolución epistémica que tendría sus orígenes en la filosofía, la cual habría superado una fase previa de conocimiento mítico o religioso. La religión habría aportado históricamente la primera explicación sobre la realidad postulando la creencia en entes supranaturales. Por su parte, la filosofía (metafísica desde este planteamiento) habría supuesto un intento por sustituir esas explicaciones irracionales por conceptualizaciones abstractas de carácter racional, aunque sin correlatos empíricos. La frontera del conocimiento válido habría sido atravesada por la humanidad, según el relato positivista, con la aparición de la ciencia. Ésta superaría a la metafísica al centrarse en el ámbito de la evidencia empírica, con el que haría posible desvelar, describir y explicar la esencia de la realidad. De este modo, la ciencia anudaría la trama de los datos empíricos en la urdimbre de la racionalidad lógico-matemática, sirviéndose, para ello, del bastidor del infalible y riguroso método científico.

Corolario de los avances del conocimiento científico sería la construcción tecnológica de artefactos, cuya viabilidad y garantía de éxito procedería, precisamente, de su base en aquellos conocimientos. Así se distinguiría entre tecnologías, o ciencias aplicadas, y meras técnicas artesanales. Estas últimas, a diferencia de las modernas tecnologías, habrían quedado como reliquias del

pasado lastradas por su dependencia del ensayo y error propios de la práctica y de la repetición de los hallazgos heredados de la tradición. Frente a la inercia de las antiguas técnicas artesanales, las modernas tecnologías basadas en los conocimientos científicos alcanzarían un dinamismo tal que cabría considerar a la ciencia moderna como el hito que en los últimos siglos habría permitido superar el enfrentamiento de la técnica humana con las determinaciones naturales. La tecnología, por tanto, produciría la indeterminación humana característica del tránsito hacia el tercer milenio.

Sin entrar a enjuiciar esta imagen positivista a propósito de los saberes precientíficos (religión y filosofía), cabe resaltar la radical separación que se deriva de ella entre el ámbito de las verdades, el *ser* propio de la ciencia e inspirador de las tecnologías, y el ámbito de los valores, el *deber ser* característico de los discursos religiosos y filosóficos. Así, la ciencia supondría la instauración de la neutralidad valorativa y el predominio de los criterios públicos y objetivos como bases del conocimiento, a la par que el destierro de lo valorativo al ámbito de los sentimientos privados.

Los perfiles principales de esta ideal e idílica imagen positivista de la ciencia y la tecnología han inspirado buena parte de la filosofía de la ciencia del siglo XX. De ahí que apenas se haya desarrollado una filosofía de la tecnología independiente, al considerarse que ésta sería sólo una continuación de aquella en relación con la construcción de artefactos. El tradicional menosprecio académico por la actividad práctica es también responsable de la ausencia de una reflexión filosófica profesional sobre la tecnología hasta tiempos relativamente recientes.<sup>4</sup>

La imagen positivista de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad mantendría la tradicional división entre un ámbito superior dedicado al desvelamiento de la verdad (ciencias) y libre de otros valores distintos a los del *ethos* mertoniano (universalismo, comunismo, desinterés y escepticismo organizado),<sup>5</sup> y un ámbito social cuyo progreso dependerá del desarrollo del primero y de sus aplicaciones tecnológicas. Sobre este ámbito social recaerá, además, la responsabilidad del uso del conocimiento científico y los artefactos tecnológicos. De este modo, la ciencia y la tecnología no serían en sí mismas buenas ni malas, sino que sería el uso que la sociedad puede hacer de ellas el que cabría calificar como benéfico o perverso. Un conocido eslogan resume estupendamente esa visión clásica: "Hay átomos para la guerra y hay átomos para la paz".

Se mantiene, así, una relación con lo tecnocientífico que recuerda las características de la tradicional relación con la divinidad: se halla en un nivel superior y tiene grandes poderes para el bien y para el mal. Pero la causa de la bondad o perfidia *tecnodivina* no estaría nunca en su caprichosa voluntad, sino en las virtudes o pecados de los humanos. Esta metáfora puede apurarse todavía más para evidenciar los tipos de actitudes sociales hacia la ciencia y la tecnología: la veneración tecnófila de los *tecnointegrados* adoradores de la nueva divinidad, o el repudio tecnófobo hacia cualquier progreso tecnológico que manifestaría para los *tecnoapocalípticos* un nuevo paso hacia la diabólica

deshumanización que esos saberes provocan.<sup>6</sup> La oposición entre ambas posiciones extremas, igualmente fundamentalistas, toma también la forma de aceptación o rechazo radical del *imperativo tecnológico*, según el cual todo lo que técnicamente puede hacerse, debe hacerse. Los tecnófobos tienden a negarlo o a combatirlo, considerando que la sociedad puede redimirse si se libera del yugo de la maligna tecnología. Los tecnófilos tienden a aceptarlo, proclamando el advenimiento del paraíso tecnológico que hará posible la redención social.<sup>7</sup>

Frente a esta imagen escindida entre tecnociencia y sociedad, que motiva maniqueismos entre tecnofilia y tecnofobia tan radicales como acríticos, se abre paso una nueva consideración de esas relaciones desde la perspectiva CTS. En ésta se incorporan las críticas realizadas a la concepción heredada de la filosofía internalista de la ciencia, proponiendo una nueva consideración de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. Los planteamientos CTS comienzan negando la necesaria diferenciación entre ciencia y tecnología (lo que no deja de contradecir la propia denominación habitual de esta perspectiva) y colocan al contexto social en el centro de los análisis para comprender el proceso de construcción tecnocientífica y sus efectos.

De esta forma, la tecnociencia pierde el pedestal que la colocaba en un topos cuasidivino en relación con la sociedad y pasa a ser considerada como una construcción social más, aunque con un alto grado de desarrollo institucional. Se entiende que el desarrollo de la tecnociencia posibilita la comprensión y transformación de la realidad, y también de la realidad social, pero supone además un proceso de construcción de conocimientos y realidades no neutral desde el punto de vista valorativo. Como otros ámbitos de la actividad humana, la tecnociencia se va construyendo en marcos valorativos determinados por los contextos históricos y sociales correspondientes, por lo que sus resultados (saberes y artefactos) ya no gozarán de la ingenua presunción de inocencia valorativa reivindicada por el positivismo.

Dentro de la perspectiva CTS se ha distinguido además entre una tradición europea y una tradición americana. La tradición europea, que coincidiría con lo que Fuller (1992) ha denominado irónicamente *Alta Iglesia*, se habría iniciado centrándose en el estudio de las determinaciones históricas y sociales que condicionan el desarrollo científico y tecnológico, esto es, acentuando el carácter socialmente construido de la ciencia y la tecnología. En este sentido, la tradición europea sigue, en cierto sentido, la senda iniciada por la historia social de la ciencia en análisis como los de Hessen (1931) y Bernal (1964).<sup>8</sup>

La *Baja Iglesia* de la tradición americana, más implicada en el activismo social de los años sesenta y setenta, se ha ocupado más directamente de los aspectos prácticos de las implicaciones sociales de la tecnociencia. El carácter más práctico y valorativo de la tradición americana (que, curiosamente la ha acercado más a las reflexiones de la filosofía europea continental sobre la tecnología — Heidegger, Ortega, Habermas... — que a la tradición analítica anglosajona de filosofía de la ciencia) hace que, explícitamente, haya surgido en ella una preocupación específica por dotar de una perspectiva socialmente contextualizada a la educación científica y tecnológica en los programas

universitarios y de enseñanza media.<sup>9</sup> Si bien en sus orígenes cabe mantener estas distinciones geográficas, a medida que se desarrollan este tipo de estudios se van difuminando las diferencias en la distribución geográfica y, en cierta medida, también de enfoque (pues aparecen autores que, como el propio Fuller, tratan de rescatar las virtudes de ambas perspectivas).

La necesidad de evaluación y control social del desarrollo tecnológico comienza a percibirse como un derecho ciudadano en la medida en que la reverencia a la autonomía tecnocientífica, característica del mito positivista, va siendo contestada desde diversos sectores sociales afectados por sus consecuencias. En este sentido, los planteamientos CTS abogan por la participación pública en las decisiones sobre el control del desarrollo tecnológico, pero también en la propia evaluación del mismo.<sup>10</sup> Por ello, la necesidad de formación en temas relacionados con la ciencia, la tecnología y sus implicaciones sociales resulta crucial para la participación democrática en las decisiones sobre el desarrollo tecnocientífico. La educación en la perspectiva CTS dentro del sistema educativo no es sólo un medio para el conocimiento de temas actuales y de interés, sino una base formativa necesaria para hacer posible la participación democrática de los ciudadanos en la toma de decisiones sobre la orientación del desarrollo tecnocientífico. El usual despotismo ilustrado de los expertos suele considerar inviable la participación pública debido a la ignorancia social sobre los complejos temas tecnocientíficos en los que ellos tendrían la autoridad exclusiva. Por eso la educación, y muy especialmente la educación orientada desde una perspectiva CTS, puede conservar en este punto el potencial emancipador que le asignaba la otra ilustración. Sin olvidar el estímulo de vocaciones científicas que supone hallar la ciencia como algo próximo a las inquietudes e intereses humanos.

### **3. La educación y la cultura tecnocientífica**

La presencia entre los contenidos educativos de todos los niveles de numerosos conocimientos y destrezas científicas y tecnológicas no se ha articulado tradicionalmente con acercamientos que planteen su contextualización social. La presentación educativa de la ciencia y la tecnología ha estado dominada, más bien, por formatos en los que los conocimientos científicos parecen hallazgos o descubrimientos al margen de condicionantes históricos e ideológicos, como heroicos logros de genios individuales. Si el relato de la historia de la ciencia consistiera, en su versión escolar, en una sucesión ordenada de científicos que hacen descubrimientos y construyen teorías (en paralelo con el relato de una historia protagonizada por reyes que ganan batallas y fundan imperios), la historia de la tecnología no sería más que la aplicación práctica de esos descubrimientos y teorías a la construcción de artefactos útiles, protagonizada, a su vez, por otros sujetos geniales: los inventores. En ambos casos, la presentación escolar de la ciencia y la tecnología las deja aisladas de los contextos sociales que las producen y explican, obviando, además, la necesidad de tener en cuenta los componentes ideológicos y valorativos que forman parte de las decisiones que jalonan el desarrollo tecnocientífico. En su presentación educativa, la imagen que se ha venido construyendo de la ciencia y la tecnología no es la de realidades construidas por humanos, que, por tanto, reflejarían sus

intereses y prejuicios, sino la de entidades ideales al alcance sólo de unos sabios expertos que, para serlo, se han despojado de todo interés o prejuicio, por definición incompatibles con ellas.

No es necesario subrayar la ingenuidad de este planteamiento educativo y su relación ideológica con la tradición internalista de filosofía de la ciencia. En coherencia con ella, la imagen que los ciudadanos reciben de la ciencia y la tecnología tiene unas características radicalmente diferenciadas de las *letras* o *humanidades*, con las que se conforman las dos culturas identificadas por Snow (1964) y que encuentran en las instituciones educativas un espacio privilegiado para reproducir sus supuestos perfiles diferenciales. La ciencia y la tecnología responden a patrones de objetividad, mientras que las *humanidades* no renuncian a la subjetividad humana que les ha dado nombre. Así, en las primeras los resultados son conocimientos verdaderos o artefactos eficaces, mientras que el campo humanístico produce obras (artísticas, de ensayo...) siempre interpretables y discutibles, ya que responden a criterios diversos en estilo, corriente o autor.

Característica diferencial de esas dos culturas es, por tanto, la concesión de la neutralidad valorativa a la empresa tecnocientífica, quedando para la otra cultura el monopolio de la controversia entre valores, opiniones e ideas. También puede señalarse en esta visión escindida de las actividades humanas que las instituciones educativas reflejan la reivindicación de la figura del experto para las disciplinas tecnocientíficas.

Frente al universalismo del genio clásico de las humanidades, se asume que la magnitud del desarrollo tecnocientífico implica la aparición de especialistas en cada disciplina que se convierten en expertos. Esos expertos dominan un campo acotado que queda, además, vedado a los profanos, a menos que éstos se inicien en la ardua tarea de concentrarse en el corpus disciplinar de ese campo prescindiendo de los demás. Si las ciencias y las tecnologías se caracterizan por la inaccesibilidad de sus intrincados conceptos y complejos artefactos, el campo de las artes y el pensamiento queda abierto a la consideración y el debate público. Incluso, cuando entre las humanidades se pretende subrayar también el carácter científico de algunas de sus disciplinas, se acusa la tendencia al aislamiento del experto y sus experiencias respecto del conocimiento y la opinión de los profanos.

La diferenciación entre el experto y el no iniciado se reproduce en las instituciones educativas con especial intensidad, tanto en la articulación de los contenidos disciplinares, que subrayan su sistematismo y complejidad, como en la propia organización institucional, con la primacía de la jerarquía de lo disciplinar frente a otras formas de organización posibles. Los efectos secundarios de esa acusada separación entre el conocimiento de los expertos y las opiniones de los no iniciados van más allá de lo que corresponde a la asunción de un patrón de organización eficaz para la empresa tecnocientífica. Con la distancia que separa los conocimientos de los científicos y los tecnólogos respecto de los ciudadanos no iniciados se va abriendo la brecha para la legitimación de que las decisiones sobre la orientación de sus proyectos deben

ser, también, responsabilidad de los expertos. La supuesta neutralidad valorativa de sus juicios (sometidos únicamente a criterios rigurosos de carácter científico y técnico) sería la garantía de su utilidad social.

Sin embargo, ha de ser evidente que de la complejidad tecnocientífica de un proyecto no puede derivarse la misma complejidad y el carácter tecnocientífico de la decisión de realizarlo. La puesta en marcha de un experimento sobre altas energías entrañará sin duda una gran complejidad tecnocientífica que no estará al alcance de los profanos, pero la decisión de ubicar la instalación correspondiente en un lugar determinado (en las cercanías de un espacio natural de interés o de una zona habitada, por ejemplo) no puede reducirse a criterios estrictamente tecnocientíficos, sino que serán valoraciones de diversa naturaleza (y muy singularmente políticas) las que habrán de justificarla. La situación es análoga a la producción comercial de alimentos transgénicos, la puesta en práctica de un plan de ordenamiento forestal o la regulación de emisiones contaminantes. Que la decisión final quede o no democráticamente legitimada dependerá del grado de participación pública que se haya promovido en la controversia y del grado de consenso alcanzado en la decisión final, más que del nivel de dificultad de los informes técnicos que los expertos pudieran aportar en defensa de cada alternativa.

El cuestionamiento del monopolio de los expertos en las decisiones sobre el desarrollo tecnocientífico y su utilización es uno de los objetivos principales de una educación sobre ciencia y tecnología orientada desde planteamientos CTS. Para ello, en las propuestas educativas solidarias con dichos planteamientos ha de subrayarse el carácter socialmente construido de los propios avances tecnocientíficos, en el sentido de destacar la presencia de incertidumbre, el papel de controversias y conflictos, y la existencia de valores e intereses “externos” en el propio proceso histórico de su elaboración. Se trata, en suma, de desmitificar la ciencia sin descalificar la ciencia; de acercar ciencia y sociedad mostrando el rostro humano de aquella y el gran interés que tiene para ésta.

## **4. Algunas ideas para la implantación educativa de la perspectiva CTS**

### **4.1. Una tipología de casos de estudio CTS**

La conveniencia de que los planteamientos CTS puedan orientar la renovación educativa sobre el papel social de la ciencia y la tecnología supone la creación de condiciones adecuadas para la elaboración de currículos CTS. Una de las dificultades más frecuentes que entraña la adopción de esta perspectiva en la enseñanza es la falta de sistematismo de sus contenidos. El hecho de que este tipo de planteamientos denuncien y renuncien a la compartimentación disciplinar en sus análisis, supone especiales dificultades para ampliar su presencia en los medios educativos que, por definición, tienen en la compartimentación disciplinar una de sus señas de identidad principales. Los análisis CTS pierden con ello la oportunidad de organizar currículos sustantivos, quedando limitada su presencia educativa a los intersticios adjetivos de la transversalidad a las disciplinas.

Sin reclamar la creación de un corpus disciplinar CTS, algo casi contradictorio, parece conveniente el establecimiento de criterios que ordenen y faciliten la exposición pública de los estudios de casos y controversias sociales sobre el desarrollo tecnocientífico. No se trata de establecer criterios de demarcación rígidos sobre lo que es o no es un caso de interacción CTS, ni de delimitar con precisión la naturaleza de estos análisis. Sin embargo, no debería haber contradicción entre el mantenimiento de esas aperturas en el desarrollo de los análisis CTS y la utilización de criterios sistemáticos para su organización y exposición pública en los currículos educativos.

Por otra parte, el intento por presentar sistemáticamente las líneas de los estudios CTS desde una mirada doblemente externa puede poner de manifiesto algunas insuficiencias presentes en los enfoques habituales de estos análisis. Entre ellas cabe destacar la restricción habitual de la dimensión social a las consecuencias sociales o ambientales, omitiendo así los condicionantes sociales.<sup>11</sup> No obstante, cuando éstos son tenidos en cuenta, se produce una simplificación de muchas de las controversias sociales sobre la tecnociencia a pugnas entre intereses económicos y valores morales.

Frecuentemente la contestación al *imperativo tecnológico* se ha basado en consideraciones valorativas reducidas al ámbito ético, en abierta oposición al supuesto monopolio de lo económico en la justificación de lo tecnológico. Así, suele considerarse que los intereses económicos determinan inexorablemente las decisiones que orientan el desarrollo tecnológico, a la vez que se considera que frente a esos intereses sólo cabe la heroica contestación ética a la primacía de los mismos. En esa pugna, la perspectiva economicista suele considerar los planteamientos de la crítica ética como los bienintencionados lamentos de quienes no tienen (ni quizá quieran tener) las responsabilidades de la gestión de los recursos. Así, las posiciones de los críticos éticos acaban convirtiéndose en letanías edificantes que, al no conseguir efectos reales sobre el rumbo de la tecnología, al menos logran efectos catárticos para quien se sabe bueno en un mundo irremediablemente malo. Entre otras insuficiencias, la debilidad de este planteamiento valorativo sobre la tecnología radica en su unilateralidad: no todos los problemas que plantea el desarrollo tecnocientífico pueden ser reducidos a cuestiones de naturaleza moral; y, sin embargo, es únicamente en el terreno moral en el que se supone que deben cuestionarse los desafíos sociales que implica ese desarrollo.

Si la participación pública en las decisiones sobre el control de la tecnociencia pretende ser efectiva y ajustada a una adecuada comprensión de la misma, no puede reducir su ámbito de análisis crítico a una miope y estéril confrontación entre intereses económicos y valores éticos. Los análisis valorativos sobre la tecnociencia en un contexto social han de tener necesariamente más dimensiones. Además, la focalización en los intereses económicos de los valores en liza en las controversias tecnocientíficas da la razón a quienes pretenden reducir éstas a las tecnologías materiales, descartando que las propias formas de organización social sean, ellas mismas, construcciones técnicas susceptibles de valoración y crítica.

Por otro lado, la unilateralidad de la valoración desde el punto de vista moral no siempre permite presentar buenas razones para la necesidad de limitar determinadas tecnologías. Por ejemplo, los efectos de determinadas acciones tecnológicas sobre la biodiversidad de un ecosistema difícilmente podrían ser contestados apelando a la *inmoralidad* de la desaparición del hábitat de una especie. Al fin y al cabo el dilema moral podría consistir en la elección entre el hábitat de esa especie y el hábitat (ya nunca natural sino construido técnicamente) de la nuestra. La perspectiva ética tendría difícil la justificación moral de la preferencia por formas de vida no humanas frente a las humanas, especialmente en los casos en que ambas fueran inevitablemente incompatibles. Quizá si la cuestión se abordara desde otros valores no éticos, sino por ejemplo estéticos, podría comprenderse mejor el verdadero carácter de la controversia. Así, no se trataría de considerar como sujeto de derechos a seres no humanos, sino de tener en cuenta que la ausencia de valores éticos no implica la ausencia de cualesquiera valores en ellos. Por ejemplo, habría buenas razones estéticas para no modificar técnicamente un ecosistema singular, del mismo modo que habría buenas razones para desviar el trazado de una autovía para conservar una ermita prerrománica. Nadie apelaría a sentimientos morales de solidaridad con unas piedras milenarias, pero eso no significa que no puedan tener otros valores por los que deban conservarse para el futuro.

Parece, pues, que la apelación constante a la ética no es el mejor modo de enfrentarse racionalmente a los efectos indeseados de las tecnologías, salvo que por valores éticos deba entenderse cualesquiera valores, en cuyo caso, será fácil la acusación de falta de rigor. El tipo de valores críticos desde los que pueden enjuiciarse los efectos del desarrollo tecnológico ha de ser necesariamente más plural y correspondiente a la naturaleza de los conflictos que cada controversia pueda presentar. Una consideración ampliada de los ejes axiológicos desde los que enjuiciar las tecnologías debería recoger, al menos, los siguientes ámbitos valorativos diferenciados: un *ámbito ético* (la discusión sobre lo *bueno*), un *ámbito político* (la discusión sobre lo *justo*) y un *ámbito estético* (la discusión sobre lo *bello*).

En favor de la selección de esos tres ámbitos como ejes a partir de los cuales articular la reflexión valorativa sobre la actividad tecnocientífica, está el hecho de que esos ámbitos han constituido espacios de reflexión filosófica sustantiva sobre los valores desde el pensamiento griego en ética, filosofía política y estética.

Algunas tecnologías tienen efectos sobre las condiciones de la vida humana que plantean interrogantes de naturaleza principalmente moral, dada la escala individual de aquéllas. En otros casos, los efectos de las tecnologías sólo tienen una adecuada valoración cuando se abordan abiertamente desde planteamientos políticos, es decir, desde la justicia que se deriva de su aplicación para colectivos sociales que trascienden la valoración moral individual. Incluso muchas de las consecuencias tecnológicas que merecen una contrastación valorativa no se resuelven con análisis éticos o políticos, sino que encuentran en la consideración de valores estéticos su principal escala de análisis.

Es, seguramente, la timidez con que se enfrenta el análisis de los valores políticos y la práctica ausencia de los planteamientos estéticos en la evaluación de los efectos tecnológicos, lo que determina el monopolio habitual de la poco fructífera y falsa dicotomía entre intereses económicos y valores éticos en la evaluación de controversias sobre los efectos sociales de la tecnociencia.

Desde estos planteamientos se propone una tipología de casos de estudio CTS para la valoración de los efectos del desarrollo tecnocientífico que, utilizando criterios filosóficos, resulte potente para comprender la naturaleza del tipo de tecnologías de que se trata y facilite los análisis evaluativos desde los valores presentados. Esta tipología de casos CTS pretende, asimismo, dar sistematismo a los análisis, tanto en los debates públicos en situaciones reales, como en la selección de casos para la educación CTS.

Tal tipología podría quedar determinada por el cruce de dos criterios de carácter filosófico muy fértiles en este caso. De un lado, la oposición tradicional entre naturaleza y cultura (o, si se prefiere, entre lo dado —natural— y lo construido —artificial—) y, de otro, la oposición entre el individuo humano y su entorno (o, si se prefiere, entre el individuo tomado ontogenéticamente y el entorno en el que filogenéticamente la especie desarrolla su existencia).<sup>12</sup> Cruzando ambos criterios resultaría una tipología de casos CTS que, sin reducirse por completo a su espacio tipológico, encontrarían en él su mejor lugar de análisis. Además, la oposición entre naturaleza y cultura reproduce clasificaciones epistemológicas que permiten no reducir el tipo de tecnologías susceptibles de análisis a las correspondientes a las ciencias naturales. De otro lado, la distinción entre el individuo humano y su entorno es un indicador sobre el tipo de valores predominantemente presentes en cada caso, en un continuo que iría desde la primacía de los valores éticos hasta los estéticos, respectivamente, y con los valores políticos ocupando los lugares fronterizos.

Además, esa tipología de temas CTS reflejaría aspectos de la reflexión filosófica, generados por las oposiciones citadas, de amplia tradición desde la filosofía griega como son las oposiciones entre *physis* y *polís* o entre *cuero* y *alma*.

**Tabla 1**

**(Tipología de ámbitos de interacción CTS)**

	<b>NATURALEZA</b>	<b>CULTURA</b>
<b>ENTORNO</b>	El Medio Ambiente (lo natural -physis-)	El Medio Humano (lo construido -polis- )
<b>INDIVIDUO</b>	La Salud (lo corpóreo)	La Educación (lo mental/conductual)

Valores  
estéticos  
Valores  
políticos  
Valores  
éticos

Cc. naturales y  
tecnologías materiales

Cc. sociales y  
tecnologías de  
organización social

Del cruce de esos criterios surgen cuatro ámbitos de interacción CTS:

— El medio ambiente (lo *“natural”*): principalmente relacionado con tecnologías próximas a las ciencias naturales y para cuya valoración serían predominantes los valores estéticos y los políticos.

— El medio humano (lo *“construido”*): relacionado con tecnologías correspondientes a las ciencias sociales en sentido amplio, entendiendo como incluidas en ellas la planificación urbanística o las tecnologías de la comunicación entre otras, y evaluable también desde criterios principalmente estéticos y políticos.

— La salud (lo *“corpóreo”*): relacionado con las tecnologías de la salud ligadas a las ciencias naturales y evaluable principalmente en términos éticos y en términos políticos.

— La educación (lo *“mental/conductual”*): relacionado con las tecnologías, a veces invisibles, de las ciencias humanas en la educación de los individuos y su lugar en la organización social, también evaluables desde planteamientos éticos y políticos.

No debe interpretarse que la presente tipología de casos pretenda delimitar fronteras rígidas entre esos cuatro espacios de interacción entre tecnociencia y valores sociales. Su pretensión es, más bien, facilitar cierto sistematismo en la selección de casos de controversias tecnocientíficas, especialmente cuando dicha selección es necesaria, como ocurre en la educación, y orientar el tipo de análisis que en cada caso sería más pertinente en función del tipo de criterios que conforman la controversia. Algunos ejemplos que podrían plantearse a

diferentes escalas, desde casos de ámbito general a otros más concretos, podrían ser los presentados en la tabla 2.

**Tabla 2**

**(Ejemplos de casos en los ámbitos de interacción CTS)**

	<b>NATURALEZA</b>	<b>CULTURA</b>	
<b>ENTORNO</b>	El Medio Ambiente * Desarrollo industrial vs. biodiversidad * La polémica de los espacios naturales	El Medio Humano * La sociedad de la información * La construcción del espacio urbano y la ordenación del territorio	Valores estéticos Valores políticos Valores éticos
<b>INDIVIDUO</b>	La Salud * La manipulación genética * El control tecnológico de la reproducción	La Educación * El artefacto de la inteligencia * La organización educativa	
	Cc. naturales y tecnologías materiales	Cc. sociales y tecnologías de organización social	

#### **4.2. Una propuesta para la educación en CTS**

Son diversos los planteamientos sobre la orientación educativa de la perspectiva CTS en las diferentes propuestas curriculares. Dichos planteamientos varían desde quienes propugnan la completa reestructuración de los contenidos sobre ciencia y tecnología en todas las etapas educativas, hasta quienes, más moderadamente, defienden la inclusión de enfoques CTS en las materias específicas o la creación de una materia con ese nombre.<sup>13</sup> La renovación del Bachillerato español desde la LOGSE ha apostado por estas últimas alternativas, estableciendo una materia optativa denominada “Ciencia, Tecnología y Sociedad” y promoviendo cierto grado de presencia de la contextualización social del progreso tecnocientífico en la propia enseñanza de las materias de ciencia y tecnología. La propuesta que a continuación se esboza nace enmarcada en el intento por dotar de contenidos a la citada materia optativa del Bachillerato.<sup>14</sup> No obstante, muchos aspectos de la propuesta educativa que a continuación se presenta podrían servir de guía para otras formas de implantación curricular de

los contenidos CTS (como partes de otras materias, como actividades interdisciplinarias...) o, incluso, para su desarrollo en cursos universitarios.<sup>15</sup>

Sea cual fuere el modo de implantación que tengan, parece claro que las propuestas educativas CTS deben incorporar dos aspectos igualmente relevantes para responder a las intenciones de comprensión del fenómeno tecnocientífico y de participación social en su desarrollo. En primer lugar, deben plantear sustantivamente una comprensión de la ciencia, la tecnología y la sociedad, así como sus correspondientes interacciones tanto en el plano conceptual como en su desarrollo histórico. Más aun, debe propiciarse un acercamiento de los jóvenes a las claves de la interpretación del desarrollo del conocimiento desde una perspectiva de contextualización social, tanto en su gestación como en las aplicaciones del mismo. Son todos ellos aspectos de carácter teórico, o al menos conceptual, que resultan inexcusables en cualquier proyecto de educación CTS.

Sin embargo, en segundo lugar, la educación en CTS no puede reducirse a un nuevo corpus de conocimientos académicos (aunque resulten novedosos por su naturaleza interdisciplinar y metateórica). La presencia de la materia en los currículos de diferentes países se debe, en buena medida, a que la propia naturaleza del movimiento CTS (en concreto la llamada *Baja Iglesia* en la terminología de Fuller) ha propugnado su implantación educativa como forma de estimular la responsabilidad pública y propiciar la participación social en las decisiones sobre el desarrollo tecnocientífico. En este sentido, la educación en CTS no puede reducirse a un corpus teórico, sino que debe incorporar el carácter activo propio del trabajo directo sobre diversos casos reales de interacción entre desarrollo tecnocientífico y sociedad.

Esa necesidad de combinar en las enseñanzas CTS los componentes de dilucidación conceptual a la par que los de estudio de casos, puede encontrar escollos importantes en la tradicional organización educativa. La organización habitual del aula y las interacciones en la misma han estado presididas por planteamientos unidireccionales en los que el profesor cumple el papel de *experto* en determinados contenidos por los que va guiando a los alumnos a lo largo del curso. Es la estructura habitual uno-muchos/arriba-abajo. Pero, precisamente, los propios contenidos CTS ponen en tela de juicio el papel de los expertos en las diversas tecnologías, entre ellas la educativa. Por tanto, esa forma unívoca y seriada de organizar los contenidos, la organización del aula y las interacciones en la misma, resulta inviable para desarrollar una acción educativa enmarcada en los planteamientos CTS. Es de la propia tecnología de donde se puede recoger una metáfora que permite comprender la renovación organizativa que se propugna en esta propuesta. Las redes de transmisión de información, incluso las más antiguas, resultarían muy poco eficaces si su funcionamiento fuera siempre secuencial o en serie. Eficaces, claro está, para propiciar el establecimiento de múltiples comunicaciones, no para garantizar la prioridad de una sola. Los circuitos de comunicación funcionan, por ello, como redes no secuenciales o en paralelo. El espacio comunicativo del aula ha tenido tradicionalmente un predominio de lo seriado o secuencial (los programas son unidimensionales, las clases son unidireccionales, hasta la propia configuración

del espacio —orden de mesas— suele primar ese carácter). Sin embargo, no es esa la única forma de organización posible: las distribuciones de los contenidos, los materiales, las tareas y los equipos de trabajo en paralelo están mucho más adaptadas a la propia naturaleza de los objetivos de la educación en CTS.

Por ello, la articulación de los contenidos y la organización de las actividades de la propuesta didáctica para la materia de “Ciencia, Tecnología y Sociedad” en el Bachillerato sigue un planteamiento en paralelo, de aprendizaje activo y docencia participativa, para abordar simultáneamente los aspectos antes descritos de carácter conceptual y de estudio de casos. Al tratarse de una materia de cuatro horas semanales en el caso español, las unidades de las dos partes de la programación pueden desarrollarse a la par en bloques de dos horas a la semana cada uno. De este modo, se garantiza el desarrollo de los dos aspectos del programa sin los condicionantes que los posibles retrasos podrían suponer si se adoptara una organización seriada. Incluso se abre la posibilidad de que esos dos bloques pudieran ser desarrollados por profesores diferentes, en función de la naturaleza de cada una de las unidades (la naturaleza flexible de la organización de esta propuesta es lo que la hace especialmente versátil para su uso en otros modos de implantación educativa de CTS, como se ha sugerido más arriba). Las unidades de las dos partes de la materia que se presentan a continuación deben así entenderse como desarrolladas simultáneamente y con relativa independencia.

La primera parte comienza con una unidad centrada en los aspectos conceptuales de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad; la segunda unidad aborda la cuestión desde una perspectiva histórica; mientras que en la tercera se plantean directamente las cuestiones relativas a la construcción social del conocimiento y las aplicaciones y control social de la ciencia y la tecnología como conclusión teórica de la materia (recordemos que se sigue un desarrollo en paralelo).

La segunda parte de la materia se centra en estudios de casos diversos según los cuatro ámbitos de la tipología señalada en el apartado anterior. Por ello, la selección de casos no resulta arbitraria sino que procede de los criterios antes apuntados. Los casos concretos que se pueden desarrollar son variados y la preparación de materiales y actividades deben estar adaptados a tal diversidad. La especificidad de los análisis de esta parte de la materia permite que su desarrollo pudiera ser dirigido por profesores distintos que hayan trabajado sobre cada uno de ellos. Es éste uno de los aspectos de esta propuesta que propicia una apertura efectiva a la multidisciplinariedad característica de la perspectiva CTS. En cuanto a la organización del trabajo en cada una de las partes, las estrategias metodológicas también son diversas. El trabajo de la parte conceptual mantiene un mayor peso en las tareas individuales y las puestas en común en la clase. Para ello, se elaboran materiales de apoyo para cada una de las unidades confeccionados con criterios sistemáticos. También en la parte conceptual (en concreto en la segunda unidad) se propone a los alumnos la realización de trabajos monográficos diversos con carácter individual que luego serán expuestos y defendidos en las aulas: se trata de facilitar la iniciación de los alumnos en las destrezas de rigor en la investigación bibliográfica, realización de

informes y disertación y defensa pública de un tema, habilidades propias de la formación universitaria a cuyas puertas se hallan los alumnos de Bachillerato. Más adelante se concreta algo más la naturaleza de este tipo de trabajos monográficos.

**Tabla 3**

**(Programa de la materia “Ciencia, Tecnología y Sociedad”)**

<b>PARTE PRIMERA: Dilucidación conceptual del ámbito de relaciones CTS</b>	<b>PARTE SEGUNDA: Estudio de casos CTS</b>
<p><b>UNIDAD 1:</b></p> <p><b>APROXIMACIÓN A LOS CONCEPTOS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD.</b></p> <p>1.1) Sobre el concepto de Sociedad: Algunos tópicos y revisión crítica.</p> <p>1.2) Sobre el concepto de Tecnología: Algunos tópicos y revisión crítica.</p> <p>1.3) Sobre el concepto de Ciencia: Algunos tópicos y revisión crítica.</p> <p><b>UNIDAD 2:</b></p> <p><b>LAS RELACIONES HISTÓRICAS ENTRE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD.</b></p> <p>2.1) Evolución social y desarrollo científicotécnico en la antigüedad.</p> <p>2.2) Evolución social y desarrollo científicotécnico en la edad moderna.</p> <p>2.3) Evolución social y desarrollo científicotécnico en la actualidad.</p> <p><b>UNIDAD 3:</b></p> <p><b>LA DIMENSIÓN SOCIAL DEL</b></p>	<p><b>UNIDAD 4:</b></p> <p><b>LAS DECISIONES CIENTÍFICOTÉCNICAS Y EL MEDIO AMBIENTE.</b></p> <p><b>UNIDAD 5:</b></p> <p><b>LAS DECISIONES CIENTÍFICOTÉCNICAS Y LA SALUD.</b></p> <p><b>UNIDAD 6:</b></p> <p><b>LAS DECISIONES CIENTÍFICOTÉCNICAS Y LA EDUCACIÓN.</b></p> <p><b>UNIDAD 7:</b></p> <p><b>LAS DECISIONES CIENTÍFICOTÉCNICAS Y EL MEDIO URBANO.</b></p>

<p><b>CONOCIMIENTO.</b></p> <p>3.1) Ideología y decisiones científicotécnicas: La dialéctica CTS y la construcción social del conocimiento.</p> <p>3.2) Las decisiones científicotécnicas: Evaluación y control social.</p>	
---	--

Por lo que hace a la organización de la segunda parte, el trabajo en equipo y las puestas en común adquieren una relevancia singular. El esquema organizativo no se distancia mucho de los planteamientos didácticos que caracterizan la organización del trabajo en el aula como una *comunidad de investigación solidaria* (Martín Gordillo, 1995). La primera unidad de esta parte (unidad 4) se plantea como una simulación sobre un debate público a propósito del impacto de algún aspecto de desarrollo tecnológico sobre el medio ambiente (v.g., una mina a cielo abierto cerca de un entorno urbano, instalaciones petrolíferas junto al litoral, estaciones de microondas para la telefonía móvil...). La organización de este tipo de actividades sigue la ideas de la *red de actores* como participantes en una controversia pública sobre un desarrollo tecnológico de implicaciones medioambientales. El ejercicio de simulación sobre un caso ficticio permite aproximar a los alumnos a las características que tendría una controversia real, haciendo que la misma se plantee desde un ámbito muy próximo y haciendo que las variables que inciden en ella sean perfectamente manejables para los propósitos educativos que se pretenden. Adicionalmente, al tratarse de un caso ficticio no hay actitudes previas consolidadas en los estudiantes. Las unidades segunda y tercera de esta parte (6 y 7 del programa) abordan controversias relativas a la salud y la educación respectivamente, y se articulan formando equipos de trabajo que, paralela y alternativamente, desarrollan las investigaciones conceptuales y empíricas sobre temas reales con alto nivel de polémica y cierto desarrollo en la literatura accesible. Los equipos de investigación conceptual se centran en la documentación bibliográfica de diversos aspectos de la controversia, mientras que los de investigación empírica intentan analizar directamente el asunto mediante trabajos de campo, encuestas, entrevistas, etc.,

#### Tabla 4

**(Organización metodológica de la materia “Ciencia, Tecnología y Sociedad”)**

<b>DILUCIDACIÓN CONCEPTUAL</b>		<b>ESTUDIO DE CASOS</b>	
<b>CONTENIDOS</b>	<b>PLANTEAMIENTO</b>	<b>CONTENIDOS</b>	

	<b>METODOLÓGICO</b>		
<b>UNIDAD 1: Aproximación a los conceptos de ciencia, tecnología y sociedad.</b>	Trabajo sobre documentos y exposiciones del profesor	Propuestas creativas para el debate sobre un caso simulado (trabajo en equipo)	<b>UNIDAD 4: Las decisiones científicotécnicas y el medio ambiente</b>
<b>UNIDAD 2: Las relaciones históricas entre ciencia, tecnología y sociedad.</b>	Exposiciones sobre trabajos monográficos individuales preparados fuera de clase	Investigaciones conceptuales y empíricas sobre casos preparados (trabajo en equipo)	<b>UNIDAD 4: Las decisiones científicotécnicas y la salud</b>
			<b>UNIDAD 4: Las decisiones científicotécnicas y la educación</b>
<b>UNIDAD 3: La dimensión social del conocimiento</b>	Trabajo sobre documentos y exposiciones del profesor	Coordinación de investigaciones sobre un caso real (trabajo en equipo)	<b>UNIDAD 4: Las decisiones científicotécnicas y el medio urbano</b>

con el fin de sondear la opinión de los ciudadanos y los expertos locales sobre esas cuestiones. También aquí el diseño de los repertorios bibliográficos actualizados para los equipos de investigación conceptual, así como los protocolos para la investigación empírica (no lejanos a los procedimientos de investigación sociológica), son obligados para hacer didácticamente viable esta propuesta. Por último, la unidad 7 trata de centrarse en un aspecto cercano, como el caso simulado, pero real, acerca de la construcción del medio humano. Una polémica sobre la organización urbanística en la propia ciudad puede ser un buen ejemplo para que los alumnos ejerciten estrategias de coordinación para investigar sobre controversias en su propio entorno, en las que, por otra parte, pueden llegar a tener una participación activa.

Si se observa con detalle, puede advertirse que esta propuesta curricular concluye en sus dos partes con asuntos que, cerrando la programación, implican su apertura hacia la propia realidad (epistemológica en la parte primera y de participación social en la segunda).

## **Tabla 5**

### **(Temas de los trabajos monográficos históricos)**

	<b>NATURALEZA</b>	<b>CULTURA</b>
<b>ENTORNO</b>	* La construcción tecnocientífica de la imagen del universo * La construcción tecnocientífica de la historia natural	* La construcción tecnocientífica de la ciudad* La construcción tecnocientífica de la comunicación social
<b>INDIVIDUO</b>	* La construcción tecnocientífica de la salud* La construcción tecnocientífica del control de la reproducción	* La construcción tecnocientífica del artefacto educativo* La construcción tecnocientífica de la desigualdad social entre los individuos

Valores estéticos  
 Valores políticos  
 Valores éticos

Cc. naturales y tecnologías materiales

Cc. sociales y tecnologías de organización social

**Tabla 6**

**(Apartados para los trabajos monográficos históricos)**

	<b>NATURALEZA</b>	<b>CULTURA</b>
<b>ENTORNO</b>	<p><b>* La construcción tecnocientífica de la imagen del universo.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) La imagen del universo en los mitos y las religiones.</li> <li>2) Modelos y técnicas astronómicas clásicas.</li> <li>3) Geocentrismo vs. heliocentrismo.</li> <li>4) Cosmovisiones clásicas.</li> <li>5) Del mundo cerrado al universo infinito.</li> <li>6) Controversia contemporánea sobre el origen del universo.</li> <li>7) Astronomía y astrología entre nosotros.</li> <li>8) La conquista tecnocrática del universo.</li> </ol> <p><b>* La construcción tecnocientífica de la historia natural.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) La imagen de la creación en los mitos y las religiones.</li> <li>2) La historia natural en el pensamiento antiguo.</li> <li>3) El descubrimiento de América y la nueva arca de Noé.</li> <li>4) Las expediciones científicas: los naturalistas y el colonialismo.</li> <li>5) Linneo y las taxonomías morfológicas.</li> <li>6) La evolución del evolucionismo.</li> <li>7) Una metáfora reaccionaria sobre la sociedad: el darwinismo social.</li> </ol>	<p><b>* La construcción tecnocientífica de la ciudad.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Los relatos míticos y la fundación de los espacios urbanos.</li> <li>2) La ciudad clásica: la polis griega, la ciudad imperial (Roma), la ciudad medieval.</li> <li>3) El Renacimiento: ingeniería (civil y militar) y utopía.</li> <li>4) Ilustración y racionalismo urbanístico (controversias sobre los ensanches).</li> <li>5) Industrialización y trama urbana.</li> <li>6) La ingeniería urbana.</li> <li>7) La destrucción de la ciudad.</li> <li>8) La construcción de la ciudad: controversias contemporáneas y perspectivas utópicas.</li> </ol> <p><b>* La construcción tecnocientífica de la comunicación social.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Sobre el origen del lenguaje.</li> <li>2) El relato oral y la reproducción de los mitos.</li> <li>3) El origen de la escritura y la función social de los escribas.</li> <li>4) Transmisión y control de la cultura en la Edad Media.</li> <li>5) La imprenta y la difusión del conocimiento.</li> <li>6) El periodismo y la construcción de la actualidad con la noticia.</li> </ol>

Valores estéticos

Valores políticos

Valores éticos

Cc. naturales y  
tecnologías materiales

Cc. sociales y  
tecnologías de  
organización social

A fin de mostrar de forma más directa algunos de los contenidos concretos que se pueden trabajar desde una perspectiva CTS, puede analizarse la forma de desarrollo de la unidad 2 de la parte conceptual del programa. Al tratarse de contenidos sobre historia de las ciencias y las tecnologías, así como sobre sus interacciones con el contexto social, la adopción de un punto de vista histórico podría llevar al predominio de los tópicos de las disciplinas de mayor tradición (las ciencias más que las tecnologías y las disciplinas naturales más que las de organización social). Precisamente aquí es donde se evidencia la importancia de contar con una tipología temática orientada desde los planteamientos CTS. Dicha tipología ya anima, como se ha dicho, la selección de casos de estudio de la segunda parte de la materia. Pero es el desarrollo histórico de los contenidos CTS el que puede resultar más original, por cuanto supone una reexposición de la historia de las ciencias y las tecnologías centrada en aspectos no habituales en la literatura histórica al uso, a la par que pone de manifiesto la relevancia de la contextualización social en cada caso. Se han seleccionado dos líneas temáticas en cada uno de los cuatro ámbitos determinados por la tipología.

En cada una de esas líneas temáticas se distinguen aproximadamente ocho apartados organizados con criterios históricos. Se cuenta, por tanto, con más de sesenta elementos diferenciados susceptibles de una investigación monográfica de carácter documental por los alumnos. Hay por tanto, aspectos suficientes sobre los que los alumnos pueden realizar investigaciones individuales que conducirán a informes escritos y a disertaciones públicas. La ordenación de las clases para esas disertaciones puede consistir en recorridos históricos en paralelo sobre distintas temáticas CTS o en la exposición ordenada de cada una de ellas. En cualquier caso, se trata de evidenciar el carácter socialmente contextualizado y crítico con la tradicional imagen heroica de la historia de la ciencia y la tecnología.

La coherencia entre el planteamiento curricular de esta propuesta educativa y su justificación teórica es la mejor garantía del posible rigor de la primera y la deseable fertilidad de la segunda. Es, precisamente, la íntima conexión entre didáctica e investigación presente en este proyecto lo que hace no sólo conveniente, sino necesaria, la colaboración entre las instituciones que tienen encomendados dichos cometidos: institutos de Enseñanza Secundaria y departamentos universitarios o centros de investigación. De alguna forma, el elemento que articula ambos aspectos, y que fundamenta el encuentro entre ambos en esta propuesta, es la tipología de casos CTS que se ha presentado más arriba.

Si esa tipología fuera considerada como una hipótesis para la comprensión de las interacciones entre los desarrollos tecnocientíficos y los contextos sociales, la contrastación de la misma no debería buscarse sólo en la literatura académica sobre los temas metacientíficos, sino también en su virtualidad para orientar

acciones concretas que hagan posible la implantación educativa de una nueva concepción de la ciencia y la tecnología en su contexto social. Es decir, en su capacidad para aproximar ciencia y sociedad a través de la mejora de la enseñanza de la ciencia y sobre la ciencia.

---

## Notas

1.- Este trabajo forma parte de un Proyecto de Cooperación entre el Departamento de Filosofía de la Universidad de Oviedo y varios Institutos de Enseñanza Secundaria de Asturias. Dicho proyecto ha sido financiado por el MEC según Resolución de 27/1/98 (BOE del II/2/98). Además de los coordinadores arriba firmantes, también forman parte del proyecto los profesores Ricardo Arribas Ramírez, Ángel Camacho Álvarez, Luis Eloy Fernández García, Serafín González Fernández, Juan Carlos González Galbarte, Cristina Lejarza Portilla, José A. Méndez Sanz, María Ángeles Moral Ungidos y José M." Pires Gómez.

2.- Véase, por ejemplo, Barnes et al. (1996), Bloor (1976/1992), Chalk (1998), Collins y Pinch (1993), Echeverría (1995), González García et al. (1996), Jasanoff et al. (1995), Iranzo et al. (1995), Latour (1987), Sanmartín et al. (1992), Solís (1994), Winner (1986) y Woolgar (1988).

3.- Véase, por ejemplo, Alonso et al. (1996), González García et al. (1996) (1997), Medina y Sanmartín (1990) y Rodríguez Alcaraz et al. (1997).

4.- Véase López Cerezo y Luján (1998).

5.- Véase Merton (1973).

6.- Véase Tiles y Obercliek (1995).

7.- Véanse, respectivamente, las tradiciones humanística e ingenieril de reflexión filosófica sobre la tecnología en Mitcham (1994).

8.- Una obra clásica que se sitúa en los orígenes de esta tradición es *Science, Technology and Society: A Cross-Disciplinary Perspective*, editada en 1977 por Spiegel-Rösing y D. de Solla Price. Véase, sobre la distinción entre tradiciones, González García et al. (1996).

9.- Por su parte, una obra pionera de esta tradición, donde los contenidos CTS son incluidos en un mismo campo de trabajo, es *A Guide to the Culture of Science, Technology and Medicine*, editada por P. Durbin en 1980.

10.- Un estudio sobre los mecanismos de participación y la realidad española al respecto puede encontrarse en López Cerezo et al. (1998).

11.- Véase al respecto López Cerezo (1997).

12.- Nos alejamos así de posiciones postmodernas donde estas distinciones se difuminan. Véase, por ejemplo, Rouse (1987).

13.- Véase al respecto Waks (1990).

14.- El contexto en el que surge esta propuesta es el trabajo didáctico de varios Institutos de Enseñanza Secundaria de Asturias en estrecha colaboración con el Departamento de Filosofía de

la Universidad de Oviedo. Tal cooperación se enmarca en el proyecto de investigación financiado por el MEC mencionado antes.

15.- Es al respecto destacable el esfuerzo realizado por la Organización de Estados Iberoamericanos en el ámbito de la enseñanza y la comunicación de la ciencia. Véase <http://vwww.oei.es/cts.htm>

## Bibliografía

ALONSO, A., I. AYESTARAN y N. URSUA (eds.) (1996): *Para comprender Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Estella, EVD.

BARNES, B., D. BLOOR y J. HENRY (1996): *Scientific Knowledge: A Sociological Analysis*, Londres, Athlone.

BERNAL, J. (1964): *Historia social de la ciencia, 2 vols.*, Barcelona, Península, 1967.

BLOOR, D. (1976/1992): *Conocimiento e imaginario social*, Barcelona, Gedisa, 1998.

CHALK, R. (1988): *Science, Technology, and Society: Emerging Relationships*, Washington, DC, American Association for the Advancement of Science

COLLINS, H. y T. PINCH (1993): *El gólem: lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia*, Barcelona, Crítica, 1996.

DURBIN, P.T. (ed.) (1980): *A Guide to the Culture of Science, Technology and Medicine*, Nueva York, Free Prcss.

ECHEVERRIA, J. (1995): *Filosofía de la ciencia*, Madrid, Akal.

FULLER, S. (1992): «STS as a Social Movement: On the Purpose of Graduate Programs», *Science, Technology and Society*, 91, pp 1-5.

GONZÁLEZ GARCIA, M., J.A. LÓPEZ CEREZO y J.L. LUJÁN (1996): *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Madrid, Tecnos.

—(eds.) (1997): *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Barcelona, Ariel.

HESSEN, B. (1931): *The Social and Economic Roots of Newton's "Principia"*, Nueva York, Howard Fertig, 1971.

IRANZO, J.M. et al. (ed.) (1995): *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC.

JASANOFF, S. *et al.* (eds.) (1995): *Handbook of Science and Technology Studies*, Londres, Sage.

LATOUR, B. (1987): *Ciencia en acción*, Barcelona, Labor, 1992.

LÓPEZ CERREZO, J.A. (1997): «Ciencia, tecnología y sociedad: crítica académica y enseñanza crítica», *Signos: Teoría y Práctica de la Educación* 20, pp.74-81.

— y J.L. LUJÁN (coords.) (1998): «Filosofía de la tecnología», *Teorema* (numero monográfico), XVII/3.

—, J.A. MENDEZ SANZ y O. TODT (1998): «Participación pública en política tecnológica: problemas y perspectivas», *Arbor*, CLIX/627, pp. 279-308.

MARTÍN GORDILLO, M. (coord.): *Materiales para Ética*, Avilés, Centro de Profesores, 1995.

MEDINA, M. y J. SANMARTÍN (eds.) (1990): *Ciencia, tecnología y sociedad: estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*, Barcelona, Anthropos.

MERTON, R.K. (1973): *La sociología de la ciencia*, 2 vols., Madrid, Alianza, 1977.

MITCHAM, C. (1994): *Thinking Through Technology: The Path between Engineering and Philosophy*, Chicago, University of Chicago Press.

ORTEGA Y GASSET, J. (1939): *Meditación de la técnica*, Madrid, Alianza, 1982.

RODRÍGUEZ ALCARAZ, F.J. *et al.* (eds.) (1997): *Ciencia, tecnología y sociedad: contribuciones para una cultura de la paz*, Granada, Universidad de Granada.

ROUSE, J. (1987): *Knowledge and Power: Toward a Political Philosophy of Science*, Ithaca-Londres, Cornell University Press.

SANMARTIN, J. *et al.* (eds.) (1992): *Estudios sobre sociedad y tecnología*, Barcelona, Anthropos.

SNOW, C.P. (1964): *Las dos culturas y un Segundo Enfoque*, Alianza, Madrid, 1977.

SOLIS, C. (1994): *Razones e intereses* Barcelona, Paidós.

SPIEGEL-RÖSING, I. y D. DE Solla Price (eds.) (1977): *Science, Technology and Society: A Cross-Disciplinary Perspective*, Londres, Sage.

TILES, M. y H. OBERDIEK (1995): *Living in a Technological Culture: Human Tools and Human Values*, Londres, Routledge.

VV.AA. (1995): "La educación ciencia-tecnología-sociedad", *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales* (número monográfico), nº 3 (enero 1995).

WAKS, L.J. (1990): "Educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos actuales", en Medina y Sanmartín (1990).

WINNER, L. (1986): *La ballena y el reactor*, Barcelona, Gedisa, 1987.

WOOLGAR, S. (1988): *Ciencia: abriendo la caja negra*, Barcelona, Anthropos, 1991