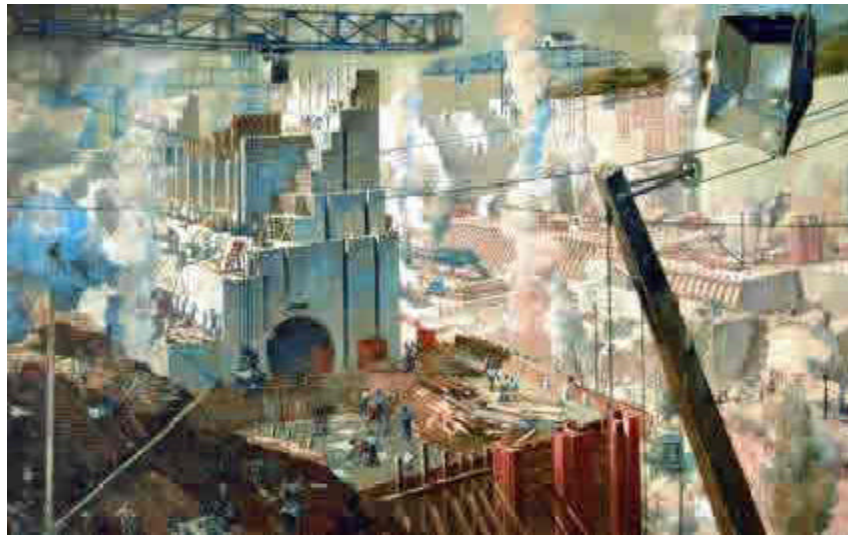


# **Módulo 1: Ciencia, Tecnología y Sociedad**



**Mariano Martín Gordillo, Ricardo Arribas  
Ramírez, Ángel Camacho Álvarez, Eloy  
Fernández García, Juan Carlos González  
Galbarte, Cristina Lejarza Portilla, Mónica  
Rodríguez Marcos y José Luis Suárez Faya  
Grupo ARGO  
2003**

## ÍNDICE GENERAL

1. ¿QUÉ ES CTS? .....	3
DOCUMENTO 1: VANNEVAR BUSH Y UNABOMBER, DOS NORTEAMERICANOS CON ACTITUDES DIFERENTES HACIA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA .....	7
2 LAS RELACIONES ENTRE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD .....	8
DOCUMENTO 2: ALTA IGLESIA Y BAJA IGLESIA EN LOS ESTUDIOS CTS .....	11
2.1 LA CONSTRUCCIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO. EL ASPECTO TEÓRICO DE LOS ESTUDIOS CTS .....	12
DOCUMENTO 3: EL LABORATORIO Y LA POLÍTICA .....	16
DOCUMENTO 4: LA CARTOGRAFÍA Y LA POLÍTICA .....	17
2.2 LA PARTICIPACIÓN PÚBLICA EN LA EVALUACIÓN DEL DESARROLLO TECNOCIENTÍFICO. EL ASPECTO PRÁCTICO DE LOS ESTUDIOS CTS .....	18
DOCUMENTO 5: EL VALOR DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA REPRODUCCIÓN .....	23
DOCUMENTO 6: LA CIENCIA PARA EL SIGLO XXI .....	24
3. UNA TIPOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE CASOS CTS .....	25
DOCUMENTO 7: ALGUNOS CASOS CTS VEROSÍMILES .....	28
4. EL VALOR DE EDUCAR EN CTS .....	29
4.1 ¿QUÉ NO ES Y QUÉ ES CTS EN EDUCACIÓN? .....	30
DOCUMENTO 8: ¿CÓMO SE CONSIDERABA HACE DOS SIGLOS LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA? .....	32
DOCUMENTO 9: ¿PARA QUÉ SIRVE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN EL SIGLO XXI? .....	33
4.2 LOS CASOS CTS EN EDUCACIÓN. LAS SIMULACIONES EDUCATIVAS DE CONTROVERSIAS CTS .....	34
5. ALGUNOS LIBROS RECOMENDABLES... ..	36

## 1. ¿QUÉ ES CTS?

### Resumen

*Ciencia, Tecnología y Sociedad* es más que la mera yuxtaposición de esos tres conceptos. Se trata de una perspectiva o movimiento que pone el acento en la existencia de importantes interacciones entre ellos. A lo largo de la historia, la ciencia y la tecnología han tenido gran importancia en las formas de vida social (del mismo modo que, históricamente, las formas de vida social han sido también determinantes del desarrollo tecnocientífico), sin embargo ha sido en las últimas décadas cuando la interacción entre ciencia, tecnología y sociedad ha sido más intensa y ha comenzado a constituir un tema de reflexión sustantivo. La ciencia y la tecnología, para bien o para mal, condicionan a comienzos del siglo XXI las formas de vida humana en el planeta, incluso las otras formas de vida natural. Ante esta situación se han dado actitudes radicalizadas y acríicas. Por un lado, hay quienes consideran a la ciencia y la tecnología como los verdaderos demonios de la modernidad. Frente a estos tecnófobos también hay quienes sostienen que todo mal en el mundo tendrá su solución tecnocientífica, por lo que lejos de ser algo diabólico, la ciencia y la tecnología tienen las virtudes salvíficas que antiguamente se asignaban a los dioses. Tecnofilia y tecnofobia son, por tanto, las dos actitudes sociales acríicas que se suscitan ante la ciencia y la tecnología. Frente a ellas la perspectiva CTS supone una nueva consideración de las relaciones entre esos tres conceptos que permita una visión más ajustada y crítica de las mismas. Asimismo, los planteamientos CTS intentan promover la participación pública de los ciudadanos en las decisiones que orientan el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Lo que se conoce como *Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)* trata sobre esos tres conceptos: *ciencia, tecnología y sociedad*, con lo que se podría decir que CTS no aporta nada nuevo sobre las propias disciplinas resumidas por las tres palabras que componen el acrónimo. Incluso, cuando CTS forma parte de los currículos educativos como contenido o materia diferenciada, podría considerarse como redundante. ¿No hay ya materias o asignaturas de *ciencias* en el sistema educativo? ¿No se enseña también *tecnología*? ¿No se estudian además diversas materias de *ciencias sociales o humanidades* que se centran en la comprensión de eso que llamamos *sociedad*? ¿Qué aporta de nuevo entonces CTS? Si CTS fuera solamente la suma de unos resúmenes comprimidos de esos tres conceptos, las objeciones anteriores estarían justificadas y no tendría, quizá, sentido su presencia educativa diferenciada. Sin embargo, CTS es algo más que la suma de esos tres términos. Supone una nueva aproximación o perspectiva sobre esos conceptos que pone el acento en sus relaciones recíprocas, en las complejas interacciones que, especialmente en la actualidad, se dan entre la *sociedad, la tecnología y la ciencia*.

Nuestro mundo es muy diferente al de hace cien o quinientos años. Esto es algo obvio y comúnmente aceptado. Pero lo verdaderamente distinto, lo que hace nues-

tro mundo y nuestro tiempo diferente de los anteriores, es el grado de desarrollo que ha alcanzado la ciencia (hay quien habla del siglo XX como *el siglo de la ciencia*) y la tecnología, o, para ser más exactos, la tecnociencia o el complejo científico-tecnológico, como también se las conoce hoy. Bueno, ¿y qué? Alguien podría decir que en nuestro tiempo la ciencia y la tecnología han avanzado mucho, pero que eso es lo normal. Eso es lo que le ha sucedido a todas las ramas del saber y a otras muchas actividades humanas como la música, la pintura, el cine, la arquitectura, la poesía, etc. Que la ciencia y la tecnología modernas hayan avanzado mucho no debería extrañarnos, es lo normal cuando va pasando el tiempo; y no debería ser considerado como algo singular, sucede en todos los ámbitos de la actividad humana. Sin embargo, en el siglo XX ha sucedido algo muy especial con la ciencia y la tecnología que no ha pasado con el resto de las actividades humanas. El desarrollo tecnocientífico ha sido de tal magnitud y naturaleza que ha afectado radicalmente a las formas de vida social. Alguien podría obviar el desarrollo en los diversos ámbitos del arte a lo largo del siglo XX considerando que no ha afectado a su vida y quizá podría tener razón. Pero nadie podría decir que no ha sido influido por el desarrollo de la ciencia y la tecnología, porque éstas, a diferencia de otras actividades humanas, se imponen a todo el mundo. Nadie que viva en sociedad puede escapar a los efectos del desarrollo que se ha producido en la ciencia y la tecnología a lo largo del siglo XX. Independientemente de que haya o no materias de ciencias y de tecnologías en las instituciones escolares y de que existan o no en los currículos educativos contenidos específicos de CTS, todas las formas de vida humana están y van a seguir estando afectadas por la tecnociencia. Por ello, las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad deberían importar de una forma muy directa a todos los ciudadanos al margen de las inclinaciones o afinidades personales que puedan sentirse ante los contenidos que tratan.

La sociedad está invadida por los productos de la ciencia y tecnología. De entrada, la vida social está afectada por lo más obvio, lo que se ve todos los días y a todas horas: los artilugios. El horno microondas, el teléfono celular, la televisión, la Internet, las naves espaciales, los medicamentos, los automóviles, como tantas otras cosas, son ejemplos de artefactos tecnológicos actuales. En esto de los cacharros es donde quizá sea más evidente una de las ideas predominantes en nuestro tiempo: la sociedad, o sea la gente, avanza. Suele considerarse que cada vez se vive mejor porque cada vez se tienen más y mejores artefactos que liberan a los seres humanos de los trabajos más duros y monótonos. De hecho, los grandes avances tecnológicos de la medicina hacen que hoy se viva más y mejor que antes (o, al menos, así es en las sociedades más desarrolladas, porque en el tercer mundo, al que esos progresos de la tecnología sanitaria no llegan en el mismo grado, se sigue viviendo igual de poco e igual de mal; incluso dentro de los países más ricos sigue habiendo quienes viven en su particular tercer mundo, sin que les lleguen los dones benefactores del progreso tecnocientífico). Pero, además de los artefactos y productos materiales derivados del desarrollo de la ciencia y la tecnología que proporcionan bienestar a las sociedades (o a algunas sociedades) existen también otros efectos de la tecnología y de la ciencia, no por menos visibles menos importantes para la vida en sociedad. Hay también otras máquinas y otros artefactos tecnológicos que no tienen una naturaleza material, pero que son tan artificiales y

tan contruidos como los artilugios que se pueden ver y tocar. Las llamadas *máquinas sociales* son también productos tecnológicos (en este caso, de las tecnologías de organización social) que afectan a la vida en sociedad de manera tanto como los artefactos tangibles. En una fábrica o en un ejército, además de las máquinas diseñadas para la producción y la destrucción, respectivamente, hay otras máquinas también artificiales y no menos importantes que las cadenas de montaje o las armas para el logro de los fines de cada una de esas instituciones. El reparto de jerarquías y la organización de las funciones entre obreros, ingenieros, supervisores y administradores en el caso de la fábrica o entre soldados, mandos y estrategas en el del ejército, son tan importantes o más que la calidad de los artilugios materiales de los que se disponga. Pero no son éstos los únicos ejemplos de máquinas sociales o tecnologías de organización social que afectan cotidianamente a nuestras vidas. Los restaurantes de comida rápida, las iglesias, los lugares de diversión, los centros comerciales y hasta las mismas escuelas son escenarios artificiales en los que las tecnologías de organización social producen notables efectos sobre las formas de vida de los seres humanos. Esta frontera difusa entre las tecnologías materiales y la vida social sólo se percibe cuando se amplían los conceptos de tecnología y de artefacto tecnológico a las diversas formas posibles de organización social, las cuales son tan artificiales, tan *artefactuales*, como los objetos materiales. Así, lo tecnológico es también lo que transforma y construye la realidad social.

La importancia de la tecnociencia en la vida social actual podría seguir mostrándose indefinidamente a través de numerosos ejemplos más o menos evidentes para todos. ¿Quién no ha oído hablar de *clonación*, de *alimentos transgénicos*, de *vacas locas*, de *viajes espaciales* o de *genes* que supuestamente determinan la obesidad o la inteligencia? Los periódicos sorprenden todos los días con noticias sobre estas cuestiones y tanto la televisión como el cine prometen mundos futuros donde todo será transformado por los efectos del desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Sin embargo, al mismo tiempo que hay quienes auguran el advenimiento en el futuro de un mundo feliz gracias al progreso tecnocientífico, cada vez más gente es partidaria de una *vuelta a la naturaleza* prescindiendo de todo lo artificial y lo tecnológico. En el cine hay muchas películas futuristas en las que aparecen fantásticas tecnologías que solucionarán todos los problemas, pero también en muchas otras películas se presenta, de forma más pesimista, un futuro en el que las tecnologías provocarán graves catástrofes como guerras hipertecnológicas o desastres naturales provocados, voluntaria o accidentalmente, por la actividad tecnológica descontrolada o por el desmedido afán de algunos científicos locos.

Lo único que parece unir a esos dos puntos de vista, optimista y pesimista, sobre la tecnociencia es que tanto los *tecnófilos* (que piensan que todos los problemas serán resueltos por los avances científico-tecnológicos) como los *tecnófobos* (que consideran que todos los problemas son provocados por las tecnologías) entienden que la sociedad y los individuos poco pueden hacer ante la ciencia y la tecnología, como no sea admirarlas o detestarlas. Así, *tecnoapocalípticos* y *tecnointegrados* coinciden en que los ciudadanos no pueden intervenir en la orien-

tación del desarrollo de la ciencia y la tecnología ya que tales decisiones están en manos de los expertos en ciencia y tecnología.

Frente a estas imágenes tóxicas y radicalizadas de la ciencia y la tecnología, la perspectiva CTS defiende que las relaciones de la sociedad con ellas no deben reproducir las tradicionales relaciones de los profanos con la sagrada divinidad (sea ésta un dios -para los tecnófilos- o un demonio -para los tecnófobos). La aproximación CTS a las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad pretende introducir una racionalidad laica al analizar la interacción entre esos tres ámbitos.

Favorecer una percepción más ajustada y crítica de los temas de ciencia y tecnología, así como de sus relaciones con la sociedad, será el primer objetivo de la perspectiva CTS. El segundo, de carácter más práctico, será promover la participación pública de los ciudadanos en las decisiones que orientan los desarrollos de la ciencia y la tecnología a fin de democratizar y acercar a la sociedad las responsabilidades sobre su futuro.

## DOCUMENTO 1: Vannevar Bush y Unabomber, dos norteamericanos con actitudes diferentes hacia la ciencia y la tecnología

*Por encargo del Presidente Roosevelt, Vannevar Bush, un científico norteamericano que dirigió la Oficina de Investigación y Desarrollo, elaboró en 1945 un informe titulado "Ciencia. La última frontera". En él puso las bases de lo que sería la política científica de su país durante la segunda mitad del siglo XX. Con ingenuo optimismo Vannevar Bush defendía el modelo lineal de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad: más ciencia implica más tecnología y más tecnología implica más progreso nacional y bienestar social. Es la famosa política del cheque en blanco a la ciencia por la que los políticos deben conceder autonomía completa a la ciencia e invertir en ella para esperar que, como fruta madura, se desarrollen los avances tecnológicos que siempre conducirán al progreso del país. Sin duda, Vannevar Bush encarna los planteamientos ideológicos de muchas personas que, dentro y fuera de ella, consideran que cualquier actividad científica será siempre socialmente beneficiosa y por ello debe ser apoyada sin pedir cuentas sobre sus resultados.*

*Pocos años antes de que Vannevar Bush elaborara su informe nacía Theodore Kaczynski quien llegaría a ser profesor de matemáticas en la Universidad de Berkeley y el modelo más emblemático del científico renegado. A finales de los años setenta abandona su brillante carrera científica y emprende otra carrera pública que le hace más famoso: la del terrorista anticiencia conocido como Unabomber. Entre 1978 y 1996 envía bombas a diferentes personalidades de la universidad con el resultado de 3 muertos y 23 heridos. Los motivos de su campaña terrorista los expone en un manifiesto de 67 páginas titulado "La sociedad industrial y su futuro" que consigue que sea publicado en 1995 por el New York Times y el Washington Post. En dicho manifiesto Unabomber considera que la sociedad actual vive en un estado de frustración, incertidumbre y pérdida de libertad provocado por la ciencia y la tecnología ya que las decisiones son tomadas por una élite con poder tecnológico que está muy alejada de la mayoría social. Frente a esta situación Unabomber propone como única solución una revolución que acabe con esta sociedad tecnológica. Coherente con sus planteamientos tecnófobos vivió durante casi veinte años, hasta su detención y condena a cadena perpetua, como un ermitaño con una única relación con la actividad técnica: la preparación de bombas caseras que enviaba a investigadores universitarios y grandes empresas tecnológicas.*

*Vannevar Bush y Unabomber compartían una visión radicalizada acerca de las implicaciones sociales de la ciencia y la tecnología. El primero consideraba que se debía invertir en ciencia y tecnología con la seguridad de que esa inversión produciría siempre el progreso nacional y social con sólo dejar hacer a los científicos su propio trabajo. El segundo consideraba que la ciencia y la tecnología eran el principal enemigo de la sociedad y por ello emprendió una alocada carrera en la que intentó no dejar hacer a los científicos su trabajo enviándoles bombas. Es evidente que la conducta de Unabomber es completamente repudiable, de hecho cumple condena a cadena perpetua por ella. Pero ¿lo es menos la de Vannevar Bush? La tecnofobia de Unabomber le convirtió en un terrorista, pero la tecnofilia de Vannevar Bush le llevó a participar activamente en el Proyecto Manhattan con el que se preparó la bomba atómica.*

## 2 LAS RELACIONES ENTRE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

### Resumen

La perspectiva CTS se enfrenta a la visión tradicional o concepción heredada de la ciencia, según la cual la actividad científica tiene como fin el descubrimiento de nuevos conocimientos sobre la realidad, con lo que sería objetiva y neutral. Para esta concepción, la historia de la ciencia consistiría en la acumulación constante de saberes de forma independiente de otros factores del entorno. Por último, desde esos planteamientos la tecnología no sería más que la aplicación a la práctica de los conocimientos producidos por la ciencia. Por el contrario la perspectiva CTS defiende otra consideración de las relaciones entre ciencia y sociedad que podría ser resumida en las tres premisas y la conclusión del llamado *silogismo CTS*. La primera premisa afirma que la actividad tecnocientífica es también un proceso social como otros; la segunda pone de manifiesto los efectos para la sociedad y la naturaleza de la actividad tecnocientífica; la tercera premisa supone la aceptación de la democracia, y de ellas se deriva una conclusión final: es necesario promover la evaluación y el control social de la actividad tecnocientífica. En todo caso, en los enfoques CTS se dan dos tradiciones principales: una se centra en la primera premisa y la otra desarrolla más la segunda, aunque ambas comparten la conclusión del silogismo.

Es algo comúnmente aceptado que entre la ciencia, la tecnología y la sociedad se dan diversas relaciones. De hecho, los tópicos tecnófilos o tecnófobos muestran algunas de las percepciones más habituales sobre esas relaciones. La perspectiva CTS pretende superar esas visiones maniqueas de la ciencia y la tecnología acercándolas a la sociedad para promover la participación ciudadana en las decisiones más importantes sobre las controversias relacionadas con estos temas. Sin embargo, los enfoques CTS son relativamente recientes, de las últimas décadas del siglo XX. Antes de aparecer una reflexión en clave social sobre la ciencia y la tecnología había ya un gran desarrollo tecnocientífico que apenas era analizado desde el punto de vista de sus relaciones con la sociedad que lo propicia y sobre la que tiene tan importantes efectos. Con anterioridad a los estudios CTS ha habido muchos estudios dedicados a aclarar en qué consiste la actividad científica, qué se entiende por método científico, en qué se distingue una ciencia de algo que no lo es, cómo avanza el conocimiento científico, etc. Seguramente las ideas más o menos intuitivas que comúnmente se tienen sobre lo que es la ciencia, tienen mucho que ver con lo que esos estudios han planteado, aunque generalmente no se sepa concretamente quién lo dijo ni cuándo. En realidad esta visión de lo que es la ciencia es la más extendida entre los medios de comunicación, es la que inspira muchas de las noticias relacionadas con estos temas que aparecen en la televisión y en los demás medios. Este conjunto de ideas suele ser conocido como *visión tradicional* de la ciencia, *concepción heredada* o *positivismo* por quienes gustan de los nombres más técnicos.



La *concepción heredada* sobre la ciencia considera, en primer lugar, que la actividad científica es de carácter cognoscitivo, es decir, que su único fin es producir nuevos conocimientos para ampliar el campo estudiado por cada ciencia. Al identificarse la ciencia con el desarrollo de conocimientos, la actividad científica tendría dos elementos esenciales: el sujeto que conoce (el científico) y el objeto de ese conocimiento (la realidad en cada campo de conocimiento). Se entiende que la labor del científico consistiría en *descubrir* o *desvelar* nuevas verdades en el campo de la realidad sobre el que trabaja su ciencia. El científico es, por tanto, un descubridor, alguien que con sus intuiciones, sus métodos y sus experimentos es capaz de desvelar y mostrar aquello que hasta el momento ha permanecido ignorado: los elementos de la naturaleza y las leyes que gobiernan su funcionamiento. En la medida en que el científico descubre la realidad, su actividad será objetiva. Es decir, los conocimientos aportados por los científicos no estarán influidos por su subjetividad como individuos pertenecientes a una sociedad concreta (con sus intereses, opiniones o ideologías) sino que serán objetivos, al proceder del propio objeto de su trabajo: de la propia realidad.

Esta manera tradicional de entender la actividad científica supone que la evolución o la historia de la ciencia no es más que la descripción de cómo se han ido acumulando conocimientos objetivos. Por ello, los filósofos tradicionales de la ciencia no han prestado demasiada atención a las cuestiones históricas o a las relaciones entre la actividad científica y los contextos sociales en los que se desarrolla, suponiendo que la ciencia es neutra en relación con los factores ideológicos presentes en los contextos históricos y sociales. La historia de la ciencia no depende, según estos planteamientos, más que de ella misma, con lo que la sociedad no es motivo de estudio en relación con la ciencia. De hecho, ni siquiera la tecnología merecería una reflexión específica según esta perspectiva tradicional. A lo largo del siglo XX ha habido muchas más ideas para entender cómo funciona la ciencia que reflexiones para comprender la esencia de la actividad tecnológica. La filosofía de la ciencia está incomparablemente más desarrollada que la filosofía de la tecnología. Y ello es así porque tradicionalmente se ha considerado que la tecnología es simplemente la aplicación a la actividad productiva de los conocimientos desarrollados en el ámbito científico. La tecnología no sería más que ciencia aplicada y, por tanto, la reflexión teórica sobre la actividad científica serviría también para entender la actividad tecnológica.

Frente a este punto de vista tradicional, lo que se conoce como perspectiva CTS supone una ruptura con estas ideas habituales sobre la ciencia y la tecnología. J. A. López Cerezo resume el carácter de los estudios CTS en un silogismo que se basa en tres supuestos o premisas principales de las que se deriva una consecuencia práctica:

En primer lugar, se considera que el desarrollo tecnocientífico depende no sólo de la propia ciencia o tecnociencia sino que también hay que tener en cuenta factores culturales, políticos, económicos, etc. En relación con esto se afirma también que no hay dentro de las tecnociencias algo así como un saber oculto o inaccesible al no experto.

En segundo lugar, se afirma que la política científico-tecnológica, es decir, el conjunto de decisiones sobre cuestiones tecnocientíficas (por ejemplo, la autorización para utilizar un nuevo medicamento, la construcción de un tipo determinado de central energética en cierto lugar, la posibilidad de establecer un mapa genético de una especie, etc.) es algo que contribuye esencialmente a modelar las formas de vida y la organización institucional. Todas estas cuestiones son un asunto público de primera magnitud.

En tercer lugar, se supone que se comparte un compromiso democrático básico, en el sentido de admitir el juego de las mayorías y asumir el diálogo como forma de relación social.

La consecuencia que se sigue de estas afirmaciones es que se debería procurar y favorecer la valoración y el control públicos por parte de los ciudadanos sobre el desarrollo tecnocientífico. Esto significa proporcionar las bases educativas para una participación social formada y también crear los mecanismos institucionales que hagan posible tal participación. Éste es uno de los objetivos básicos de los estudios CTS.

La primera premisa ha sido más intensamente desarrollada por los estudios CTS que tienen un mayor componente teórico y que se han dedicado a investigar los aspectos sociales implícitos en la actividad de la ciencia y la tecnología. La segunda premisa se refiere a aspectos más prácticos, a los temas derivados de los movimientos sociales que han reivindicado en los últimos años una mayor participación pública y democratización de las decisiones sobre los temas tecnocientíficos.

### **Concepción heredada**

- La ciencia es una forma de conocimiento que *desvela* o *descubre* la realidad
- La ciencia es *objetiva* y *neutral*. No hay intereses o factores subjetivos entre sus contenidos
- La historia de la ciencia consiste en la acumulación de conocimientos objetivos al margen de condicionantes externos
- La tecnología es la aplicación práctica de los conocimientos científicos

### **Perspectiva CTS**

- **Premisa 1:** El desarrollo tecnocientífico es un proceso social como otros
- **Premisa 2:** El cambio tecnocientífico tiene importantes efectos en la vida social y en la naturaleza
- **Premisa 3:** Compartimos un compromiso democrático básico
- **Conclusión:** Se debe promover la evaluación y control social del desarrollo tecnocientífico

## DOCUMENTO 2: Alta Iglesia y Baja Iglesia en los estudios CTS

*Alta Iglesia y Baja Iglesia es la distinción propuesta irónicamente por Steve Fuller en una animada discusión con Juan Ilerbaig que tuvo lugar durante 1992 en las páginas de la revista norteamericana Science, Technology and Society. Fuller hacía referencia a las que nosotros hemos llamado tradición europea y tradición americana, respectivamente. Ilerbaig comenzó distinguiendo entre dos subculturas CTS: una cultura académica, con sus propias revistas y congresos, y rígidos estándares académicos definidos disciplinarmente (en tanto que nueva disciplina resultante del cruce multidisciplinar bajo orientación de la sociología); y una cultura activista, también con sus revistas, asociaciones y congresos, pero concebida más bien como un movimiento social en sentido amplio, centrado en una reforma política y educativa. Una historia comienza con Thomas Kuhn, la otra, con la guerra de Vietnam. Una ha escrito para los altos estratos de la academia, la otra ha desempeñado un papel misionero.*

M. González García, J. A. López Cerezo y J. L. Luján López: *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Tecnos, Madrid, 1996, p. 95.

## 2.1 LA CONSTRUCCIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO. EL ASPECTO TEÓRICO DE LOS ESTUDIOS CTS

### Resumen

La corriente más teórica o académica de los estudios CTS ha estudiado los factores sociales que están presentes en la actividad tecnocientífica. Tradicionalmente esos factores han sido considerados como *externos*, dando por supuesto que la ciencia funcionaba siguiendo escrupulosamente las reglas del *método científico*. Sin embargo, se ha podido ver que la vida en el laboratorio dista mucho de ser una actividad planificada y metódica. Los intereses y las pugnas entre los científicos no son muy diferentes de los que caracterizan a la actividad política. De hecho, en los propios contenidos de la ciencia puede advertirse que la *flexibilidad interpretativa* presente en las controversias científicas tiende a cerrarse con mecanismos de *clausura* en los que las relaciones de poder tienen una gran importancia.

Desde los estudios más académicos o teóricos de la perspectiva CTS se ha planteado una nueva consideración acerca del conocimiento científico. Se han puesto en un primer plano las cuestiones relativas a las condiciones sociales y políticas que hacen que se acabe aceptando como verdadera una determinada teoría científica frente a otras propuestas alternativas. Que la Tierra se mueve alrededor del Sol y que no es el Sol el que se mueve en torno a la Tierra no fue algo que se aceptara a partir del Renacimiento simplemente porque era lo verdadero. También era verdad muchos siglos antes cuando en el mundo griego otros autores defendieron esa misma idea, pero su planteamiento quedó relegado al olvido e incluso fueron prohibidas sus teorías. En la determinación de la verdad o falsedad de las teorías científicas e, incluso, en la consideración de qué hechos pueden considerarse relevantes para la construcción de las mismas entran en juego factores que no son meramente cognoscitivos. Intereses, opiniones, prejuicios y, en suma, relaciones de poder, explican muchas veces la evolución de los problemas teóricos y experimentales, es decir, el sentido de los desarrollos de las ciencias. Desde este punto de vista, tanto interés merece saber por qué se rechazó una teoría que se considera falsa en la actualidad como saber por qué llegó a aceptarse otra que es considerada como verdadera. Si tradicionalmente se suponía que los científicos actúan siempre siguiendo las reglas del llamado *método científico*, desde el enfoque CTS se considera que para comprender adecuadamente la actividad tecnocientífica se deben tener en cuenta también los factores sociales, es decir, los intereses, opiniones y valores (políticos, éticos o estéticos) que aparentemente no pertenecen al quehacer científico cotidiano, sino que habitualmente se presentan como externos a él.

Con los planteamientos CTS se intenta mostrar que la interpretación científica de cualquier fenómeno siempre se produce dentro de un determinado contexto (histórico, social, cultural, político... ) y está sujeta a los intereses y valores predominantes. En definitiva, se insiste en que los debates sobre las teorías científicas no pue-

den ser comprendidos de forma completa sin atender al contexto social en el que surgen y se desarrollan.

Los estudios CTS se han centrado también en el trabajo real que los científicos hacen en los laboratorios. Para ello, no se analiza sólo lo que los científicos dicen que hacen en ellos, sino que se ha ido a los laboratorios para observar directamente su actividad. En este sentido, los sociólogos que han estudiado la organización y el desarrollo de la ciencia lo han hecho de manera parecida a como lo hacen los etnólogos que describen y analizan las conductas de una tribu. Con estos enfoques se ha podido comprobar que los científicos y tecnólogos no sólo construyen artefactos (máquinas, instrumentos...) sino que también, y fundamentalmente, construyen los propios *hechos* que son los contenidos básicos de su quehacer científico. Esa construcción de los hechos y las teorías no es únicamente de carácter cognitivo, sino que también es social. El propio conocimiento puede ser considerado, por tanto, como una construcción social similar a las demás actividades humanas (el arte, la política...)

**El conocimiento científico es una construcción social**

La actividad científica se realiza en equipo

Los científicos no están libres de opiniones, intereses y prejuicios en su trabajo

La actividad científica no tiene sólo en cuenta a la naturaleza sino principalmente a la propia comunidad de científicos

Los laboratorios según estos estudios no son esos lugares imaginados en los que cada investigador trabaja de forma planificada siguiendo los pasos del método científico para desvelar los enigmas de las diversas dimensiones de la realidad. Los científicos, por el contrario, luchan entre sí en campos de batalla no muy diferentes a aquéllos en los que se desarrollan las luchas políticas. La ciencia es tan social como la propia actividad política. Y es social, en primer lugar, porque la mayor parte de la ciencia actual se realiza en equipo. No existe ya la figura del científico o el inventor solitario. En segundo lugar, también es social porque los científicos, como los otros ciudadanos, están condicionados por los prejuicios del grupo en el que se encuentran. Finalmente, la actividad científica es social porque, contra lo que pueda parecer a primera vista, el trabajo de los científicos no está dirigido principalmente a la naturaleza (a su estudio o manipulación), sino a los argumentos y operaciones de otros científicos con los que trabajan o frente a los que compiten.

También hay estudios CTS que han demostrado cómo es prácticamente imposible que haya un conjunto de instrucciones que permita asegurar universalmente y sin problemas el desarrollo de una tarea tecnocientífica específica. Es decir, que si hay dos laboratorios que trabajan sobre hipótesis opuestas difícilmente se pondrán de acuerdo sobre cómo ha de realizarse un *experimento crucial* que pudiera demostrar cuál de las dos es la correcta. Siempre se podrá decir que el otro laboratorio no ha hecho bien el experimento.

De estos estudios se sigue que los descubrimientos científicos y los resultados experimentales pueden ser interpretados de más de una forma, es decir, que la actividad científica está sometida a la *flexibilidad interpretativa*. A partir de esta constatación de lo que se tratará es de investigar cómo se clausuran los debates tecnocientíficos, cómo se decide quién tiene razón. En la medida en que los datos pueden ser entendidos de manera flexible, conviene poner de manifiesto los mecanismos sociales, retóricos, institucionales, etc. que se utilizan en la *clausura* de las controversias. Y los mecanismos que las cierran se encuentran habitualmente relacionados con el concepto de poder.

Por ejemplo, una determinada interpretación de un experimento puede ser favorecida por diversas prácticas: introducción sistemática de informes selectivos en las revistas científicas, compromisos derivados del prestigio de los científicos, gestión congresos u otros encuentros profesionales, presiones de los editores de revistas para que ciertos artículos sean rechazados, desigual capacidad de acceso a recursos financieros que sufraguen la investigación, divulgación y magnificación de los pequeños errores de los adversarios y ocultación de los propios. Además de todos los anteriores, el mecanismo más importante de cierre de una controversia lo constituye el papel jugado por los grupos de expertos en el campo en el que surge la controversia.

Finalmente, hay otros estudios CTS según los cuales la dinámica de la ciencia se puede definir como una *red de actores*. Todos los implicados en una controversia científica son actores de la misma. Sus relaciones se entienden como una red. En este sentido, serían actores los científicos, los afectados por una enfermedad que se investiga, una comunidad que tiene que decidir sobre la instalación de una antena para telefonía celular, y hasta incluso los instrumentos, chips, antenas... A partir de aquí los desarrollos científicos y tecnológicos pueden ser analizados en términos de luchas entre los diferentes actores para imponer su definición y su propuesta de solución del problema sobre el que se discute.

Sintetizando, las aportaciones de los estudios CTS desde la perspectiva teórica frente a la *concepción heredada* o tradicional de la ciencia son las siguientes:

- Prestan una mayor atención a la práctica efectiva de los científicos que a la racionalidad de sus elecciones y decisiones.
- Desvelan la función desempeñada por las instituciones científicas en la recepción y promoción de las nuevas teorías y descubrimientos.
- Muestran el funcionamiento de la investigación en los laboratorios y de los procesos de construcción de consensos entre los investigadores a la hora de experimentar y de seleccionar los hechos y los términos con los que aludir a esos hechos.
- Destacan la importancia de los aparatos experimentales y de medición, y de la elaboración de diversas representaciones científicas para los conceptos y teorías científicas.
- Evidencian los modos en que las comunidades científicas reciben los nuevos hechos y teorías científicas.

- Ponen de manifiesto el carácter de las polémicas y los debates entre los científicos e instituciones que defendían propuestas o teorías alternativas.
- Suponen una redefinición de las interrelaciones entre ciencia y tecnología, abandonando la idea positivista de que las tecnologías no son más que las aplicaciones de la ciencia.
- Analizan la incidencia de la política científica, tanto pública como privada, sobre la propia actividad científica.

### DOCUMENTO 3: El laboratorio y la política

*La visión del laboratorio como un instrumento tecnológico para ganar fuerza multiplicando los errores, se hace obvia si se considera la diferencia entre un político y un científico. Normalmente se contraponen sobre una base cognitiva o social. Se dice que el primero es avaro, interesado, corto de vista, poco claro, siempre dispuesto a comprometerse e inestable. Del segundo, se dice que es desinteresado, mira a largo plazo, honesto, o por lo menos riguroso, habla con claridad y exactitud, y busca la certeza. Todas estas diferencias no son más que proyecciones artificiales de una única cosa simple y material. El político no tiene laboratorio y el científico sí. De este modo, el político trabaja a escala real, con un solo disparo de cada vez, y es siempre centro de atención. Ataca, y gana o pierde «ahí fuera». El científico trabaja con modelos a escala, multiplicando los errores dentro del laboratorio, alejado del escrutinio público. Puede intentar algo tantas veces como quiera, y sólo sale cuando ha cometido todos los errores que le han ayudado a ganar «certeza». No es sorprendente que uno no «sepa» y el otro «sepa». La diferencia, sin embargo, no está en el «conocimiento». Si, por casualidad, pudiéramos invertir las posiciones, el mismo político, avaro y corto de vista, una vez situado en un laboratorio, produciría una avalancha de hechos científicos, y el honesto, desinteresado y riguroso científico colocado al timón de una estructura política a escala real, donde no está permitido cometer errores, se convertiría en tan poco claro, incierto y débil como cualquiera. La especificidad de la ciencia no se encontrará en cualidades cognitivas, sociales o psicológicas, sino en la especial construcción de los laboratorios, donde se invierte la escala de los fenómenos para que las cosas puedan leerse, y después acelerar la frecuencia de las pruebas, permitiendo que se cometan y registren muchos errores. (...)*

*La única forma que tiene un científico de retener la fuerza ganada dentro de su laboratorio gracias al proceso que he descrito, no es salir al exterior, donde la perdería toda de golpe. De nuevo la solución es muy simple. La solución nunca está en salir fuera. ¿Significa esto que están condenados a permanecer en los pocos lugares en que trabajan? No. Significa que harán todo lo que puedan para extender a todos los escenarios algunas de las condiciones que hacen posible la reproducción de las favorables prácticas de laboratorio. Como los hechos científicos se hacen dentro de los laboratorios, para hacer que circulen es necesario construir costosas redes dentro de las cuales puedan mantener su frágil eficacia. Si esto significa transformar la sociedad en un inmenso laboratorio, hagámoslo. La proliferación de laboratorios pasteurianos en todos los lugares que pocas décadas antes no tenían nada que ver con la ciencia es un buen ejemplo de la construcción de una de estas redes. Pero una ojeada a los sistemas de Pesos y Medidas Estandarizados, llamados «métrologie» en francés, aún es más convincente. La mayor parte del trabajo hecho en un laboratorio permanecería allí para siempre si las principales constantes físicas no pudieran hacerse constantes en ningún otro lugar. Tiempo, peso, longitud, longitud de onda... se extienden aún a más lugares y con mayores grados de precisión. Entonces, y sólo entonces, los experimentos de laboratorio pueden ocuparse de problemas que tienen lugar en fábricas, la industria de herramientas, la economía o los hospitales. Pero si simplemente se intenta, mediante un experimento mental, extender la ley más simple de la física «fuera», sin haber previamente extendido y controlado todas las constantes, no será posible verificarla; del mismo modo que habría sido imposible conocer la existencia del ántrax y comprobar la eficacia de la vacuna sin las estadísticas sanitarias. Los sociólogos de la ciencia ignoran esta transformación de toda la sociedad de acuerdo con los experimentos de laboratorio.*

(B. Latour: *Dadme un laboratorio y levantaré el Mundo*, en <http://www.campus-oei.org/salactsi/latour.htm>)



## DOCUMENTO 4: La cartografía y la política

*En las ciencias sociales parece que los factores políticos son más frecuentes. De hecho parece que cuando más sociales son las ciencias, más ideología puede haber en ellas, mientras que cuando se ocupan de los aspectos naturales no caben los intereses o prejuicios. La cartografía física podría ser considerada como la más natural de las ciencias sociales, al fin y al cabo sólo pretendería reflejar fielmente la realidad de la superficie del planeta. Además, por su gran utilidad práctica, la cartografía no es menos una tecnología que una ciencia. La cartografía parece tener una*



*finalidad muy objetiva: reflejar fielmente la superficie terrestre. Sin embargo, incluso en esta disciplina que, por definición, debería ser muy objetiva aparecen subjetividades y prejuicios. Al proyectar sobre un plano una superficie esférica como es la del planeta se dan necesariamente distorsiones que desfiguran la proporción de las superficies reales entre los diferentes territorios. La presentación más habitual suele dejar por debajo de la línea del ecuador, un tercio de la superficie terrestre, haciendo que el hemisferio Norte parezca ocupar dos tercios de la superficie total, cuando, obviamente, los dos hemisferios tienen la misma extensión. En el mapa habitual Europa aparenta ser tan grande como América Latina, cuando ésta duplica la superficie de aquélla, y Norteamérica aparenta ser mayor que África, cuando no llega a los dos tercios de ella. A pesar de que Arno Peters advirtió ya hace mucho tiempo este error, su proyección es mucho menos popular y sigue pareciendo bastante extraña.*

## 2.2 LA PARTICIPACIÓN PÚBLICA EN LA EVALUACIÓN DEL DESARROLLO TECNOCIENTÍFICO. EL ASPECTO PRÁCTICO DE LOS ESTUDIOS CTS

### Resumen

Desarrollando la segunda premisa del silogismo CTS, los planteamientos más prácticos de este movimiento tienden a reclamar la presencia del público, de los profanos, en los procesos de toma de decisiones sobre el desarrollo tecnocientífico. La influencia de las tecnologías en la vida social es, hoy más que nunca, de gran intensidad. Por ello, debe ponerse en el primer plano a la propia sociedad como protagonista en la orientación del desarrollo de las actividades tecnocientíficas. Sin embargo, los planteamientos de la evaluación de tecnologías que se inician en los años setenta buscaron solamente el asesoramiento técnico, por parte de expertos, acerca de las consecuencias sociales (los impactos) de una nueva tecnología. Más recientemente se han defendido otros modelos de participación pública en la evaluación de tecnología que, como los *congresos de consenso*, integran tanto a expertos como a profanos y pretenden dar mayor amplitud a la legitimación democrática de las decisiones sobre los desarrollos tecnológicos.

Como se ha visto, los planteamientos fundamentales del movimiento CTS pueden ser expresados como un razonamiento en el cual las premisas o puntos de partida conducen a una conclusión necesaria. Esta es la idea a la que se llega: el público debería tener un papel más activo en la gestión de las políticas científico-tecnológicas. ¿Por qué? ¿Cómo? A continuación se intentará responder justificadamente a esas dos preguntas mostrando toda la fuerza que posee esta conclusión.

Anteriormente se ha analizado cuál es y cómo se justifica la primera premisa de este razonamiento. La innovación técnica es un producto social que no sólo es accesible al especialista sino que también debe ser accesible a todo el mundo. ¿Cuál es la razón de la extrañeza que se produce al leer esta frase por primera vez? La educación convencional, de carácter *positivista* y vinculada a la *visión tradicional* de la ciencia, lleva a pensar que todos los problemas se irán convirtiendo en científicos y resolubles mediante experimentos que los dejarán definitivamente aclarados. Se supone que hay un tipo de problemas científicos, llamados *problemas cerrados*, cuyas características fundamentales son que requieren descubrimientos y producen datos. Ni son accesibles a la mayoría (suponen descubrimientos que muy pocos están capacitados para diseñar y comprender), ni son discutibles (producen datos y los datos no entran en debate). Frente a estos problemas cerrados que manejan los científicos y cuya resolución se supone clara e indiscutible, se encuentran otros, llamados *problemas abiertos*, cuya solución no está tan clara, pero sobre los que hay que tomar decisiones. El positivismo ha enseñado que este tipo de problemas abiertos son sencillamente problemas cerrados mal planteados. La visión CTS es la contraria: los problemas cerrados no son más que problemas abiertos clausurados por acuerdo de las comunidades científicas, es decir, por una decisión social.

Para que la visión anterior tenga sentido hay que tomar conciencia de que, aunque la ciencia se presenta como el saber acabado y perfecto que se puede encontrar en los manuales, lo cierto es que el noventa por ciento de la producción científica se publica en revistas especializadas y es conocimiento controvertido, fronterizo y no un conocimiento nuclear y acabado.

La segunda premisa del silogismo CTS, la que más interesa ahora, plantea que la política tecnológica es un determinante fundamental de nuestra forma de vida y, por tanto, es un asunto de interés general.

Para comprender el sentido de la anterior sentencia hay que concebir la palabra *tecnología* en toda su amplitud. Como se ha visto, no se refiere sólo al conjunto de artilugios materiales, máquinas y mecanismos que proliferan en el entorno modificando y condicionando las formas de vida de un modo tan cotidiano que suele pasar desapercibido. La tecnología se refiere también al conjunto de mecanismos sociales de organización de la existencia, a los sistemas de relaciones que preceden al individuo y en los cuales éste tiene que sumergirse para que su vida sea socialmente admitida. Los sistemas sanitarios, educativos, impositivos, son ejemplos de estas tecnologías sociales a las que obligadamente se ha de hacer referencia también al hablar de tecnología en sentido amplio.

Si la educación, la sanidad, los impuestos, la comunicación, el ocio, el consumo, etc. no interesan a la gente, entonces lo que habría que plantearse son los propios conceptos de *interés* y de *gente*. En un mundo de ciudadanos libres y racionales, es obvio que, entre todos los elementos hacia los cuales esa libertad debe dirigirse y en los cuales esa racionalidad debe ejercitarse y compartirse, debería ser habitual el análisis y la discusión de la política tecnológica que condiciona todas las parcelas de la existencia humana.

Pero, si esto es obvio, ¿por qué resulta tan extraño hablar de participación pública en las decisiones tecnocientíficas? Porque existen una serie de ideas preconcebidas sobre esta cuestión, comunes a la mayoría de la gente que, sin embargo, son falsas. De un modo ingenuo se piensa que la tecnociencia es determinista, o sea que tiene que ser como es, y que la tecnociencia es omnipotente y teleológica, o sea que lo acabará abarcando todo y dirigirá nuestras formas de vida. Según esta forma de pensar, la tecnología es como es y esto no se puede evitar ni dirigir, sólo queda aceptarla e ir dejándole el sitio que exige. La tecnología se ha convertido, así, en el destino del ser humano contemporáneo.

Hay múltiples ejemplos de esta apreciación. La perversión de este argumento y su aceptación acrítica por la sociedad ha llevado, incluso, a muchos políticos a desarrollar mecanismos para despolitizar sus propias decisiones mediante su transformación en necesidades técnicas. Conscientes de que el mejor medio de no tener que dar cuenta del factor de decisión implícito en la vida política es haciéndolo desaparecer, enmascaran sus decisiones políticas (ideológicas y, por tanto, discutibles) dándoles la forma de supuestas resoluciones técnicas (aparentemente neutras y, por tanto, indiscutibles). Esto que es tan común (según las justificaciones *técnicas* que aportan ciertos políticos para la resolución de licencias para obras

públicas parecería que éstas son tan naturales como los propios valles que atraviesan) afecta a las más variadas esferas de la vida política.

Un ejemplo, entre otros muchos, podemos encontrarlo en la regulación legal de ciertas actividades tecnológicas que suscitan debates éticos. La primera ley elaborada en España para la regulación de la reproducción asistida fue encargada a una comisión de expertos entre los cuales sólo había una mujer. Podemos interpretar esta tecnología, que abarca desde la inseminación artificial a la fecundación in vitro, de muchas maneras: puede ser un instrumento neutro para resolver los problemas de las parejas estériles, tal y como pensaría cualquier persona de la calle, o puede ser un mecanismo de reproducción del dominio patriarcal sobre el cuerpo femenino, como piensan las feministas más radicales. Pero lo cierto es que la discusión pública sobre este asunto se centra en estas dos cuestiones: ¿existen riesgos para la vida?, ¿se trata realmente de una tecnología que produce éxitos? Dos preguntas aparentemente técnicas y cuya respuesta parecería que sólo la podrían dar claramente los técnicos (si bien es cierto que produce muchas sorpresas escarbar en las dificultades inmensas con que los médicos se encuentran a la hora de decidir qué es un éxito en el terreno de la reproducción asistida). Pues bien, desde la perspectiva CTS la cuestión debería ser por qué la polémica se centra en preguntas que parecen exigir una respuesta que sólo estaría al alcance de los técnicos. La capacidad reproductiva puede plantearse de muchos modos, preguntarse por cómo ayudar técnicamente a la reproducción biológica de las parejas, es todo un planteamiento que determinará las respuestas que se considerarán válidas: las técnicas. Muchos factores valorativos, en los cuales intervendrá el modelo del mundo de los participantes en el debate, deberían ser planteados con anterioridad a la formulación de esa pregunta, si es que finalmente tiene sentido hacerse una pregunta como esa.

Hay que tener en cuenta, además, que la mayor parte de la tecnología moderna no es simple y única sino que implica varios tipos interdependientes, lo que se llama *conglomerados*, y da lugar al fenómeno de *atrincheramiento tecnológico*, que sucede cuando una determinada tecnología ha creado a su alrededor tal entramado de intereses y actividades tecnológicas que, en la práctica, es imposible deshacerse de ella. Las tecnologías bélicas son uno de los casos más claros de lo que se denomina atrincheramiento tecnológico, cuanto más me armo frente al enemigo más se armará él y, por tanto, más me tengo que armar yo. Los automóviles, los teléfonos celulares y los ordenadores podían ser otros ejemplos más populares de atrincheramiento tecnológico. Actualmente, la relevancia del desarrollo tecnocientífico para el futuro de un país ha llevado a promover desde los departamentos gubernamentales de ciencia y tecnología la organización de planes nacionales I+D para fortalecer la innovación tecnológica de cada país en relación con sus necesidades prioritarias. Pero, pese a las dificultades, si la técnica ha de interesar y si la técnica no está previamente determinada, no debería olvidarse que los sistemas técnicos dependen de los sujetos humanos, que los seres humanos son los verdaderos sujetos de la técnica.

Hasta aquí se ha intentado justificar la segunda premisa del silogismo CTS, dado que, seguramente puede darse por supuesto el compromiso democrático, enton-

ces debería captarse la fuerza de su conclusión: el público debería tener un papel más activo en la gestión de las políticas científico-tecnológicas. La cuestión consiste en decidir sobre la evaluación y control de las tecnologías, es decir, sobre el quién y el cómo de esas decisiones. Para responder a la pregunta por el cómo, podrían distinguirse dos tipos de evaluaciones.

Una primera evaluación sería interna. Habitualmente tiende a identificarse con la valoración de la eficacia de un sistema tecnológico, es decir, del cumplimiento de los objetivos para los que ha sido diseñado. También la evaluación interna suele referirse a su eficiencia, es decir a la reducción de los costes para conseguir los mismos objetivos. Con ello tiende a reducirse la evaluación de tecnologías a sus componentes económicos, cuando entre los objetivos, los resultados y los costes de una tecnología hay también elementos que no son susceptibles de una reducción a lo económico.

Otro tipo de evaluación sería externa. Tiene que ver con la valoración de los resultados de las tecnologías. De esto se empieza a tomar conciencia en EE.UU. a partir de la Segunda Guerra Mundial y, en concreto, tras el desarrollo y los efectos del proyecto Manhattan para la producción de la bomba atómica. En este contexto van cristalizando en los años sesenta los primeros estudios de impacto ambiental. En los años setenta se crea la *Oficina de Valoración de la Tecnología (OTA)* para hacer valoraciones tecnológicas al servicio del Congreso de EE.UU. Esta Oficina hace informes que hablan de impacto social y que sirven de referencia a quienes luego van a hacer las leyes. Así se inició una metodología de la evaluación social de las tecnologías y se amplió el espectro de la valoración social a otros grupos de trabajo. En Europa aparecen más recientemente oficinas del mismo tipo, aunque planteadas de un modo diferente, intentando implicar a muchas personas en la evaluación de las alternativas técnicas. Pero las oficinas europeas rinden menos. Ejemplos de este tipo de evaluación son los llamados *congresos de consenso*, iniciados en EE.UU. en los años setenta y extendidos posteriormente a Europa, especialmente en Dinamarca y Holanda. En ellos se trata de formar algo parecido a un jurado que tendrá que decidir sobre una cuestión tecnocientífica. Lo que se pretende es incorporar el conocimiento no experto, con sus valores, intereses, etc. a la toma de decisiones sobre cuestiones tecnocientíficas. Hay que decir que a pesar de lo interesante de las experiencias llevadas a cabo en muchos casos la incidencia de los *veredictos* de estos congresos ha sido mínima sobre los organismos legislativos, gubernamentales o empresariales que tenían que tomar la decisión sobre la tecnología en cuestión. También deben destacarse las afinidades entre los *congresos de consenso*, como mecanismos para la participación social en la evaluación constructiva de tecnologías, con los *estudios de casos* a partir de *simulaciones educativas* sobre controversias tecnocientíficas de relevancia social, como fórmulas idóneas para propiciar el aprendizaje social de esa participación pública en los espacios educativos.

En todo caso, en la evaluación externa de las tecnologías, se deben tener en cuenta, al menos, los siguientes ámbitos valorativos diferenciados: un ámbito ético (en el que se discuta sobre lo bueno), un ámbito político (en el que se discuta sobre lo justo) y un ámbito estético (en el que se discuta sobre lo bello).

Si nos preguntamos por el quién, debemos responder que, aunque habitualmente estas evaluaciones son promovidas directamente por las empresas y los gobiernos, la práctica de estos debates en los países en los que son una realidad social implica a un gran número de actores sociales, que pueden incluir todo tipo de asociaciones implicadas o afectadas por el desarrollo de la tecnología objeto del debate. Aunque es fácil pensar en los grupos ecologistas como unos actores relevantes, no hay que perder de vista el papel de las asociaciones de consumidores, de vecinos, los grupos profesionales, los sindicatos, las academias de artes, etc. , incluso las iglesias. De hecho, el grado de legitimidad democrática de la decisión final dependerá del grado de participación pública que haya desencadenado la controversia y del grado de consenso alcanzado en la decisión final.

Para que la participación pública en la evaluación de tecnologías sea efectiva y las decisiones sobre su desarrollo sean realmente democráticas, es indudable que deben ponerse en marcha acciones educativas que permitan la formación de un público preparado para la participación en estos asuntos. Sólo la existencia de una población culta en relación con estos temas puede garantizar un control efectivo del desarrollo tecnocientífico. Lo que persiguen los planteamientos CTS en educación es la formación de ciudadanos críticos y activos, capaces de participar conscientemente en las complejas controversias sobre las implicaciones y las repercusiones sociales de la tecnociencia.

## DOCUMENTO 5: El valor de las tecnologías de la reproducción

*El control cultural de la reproducción humana no es en absoluto una novedad de las modernas tecnologías biológicas. De hecho, los propios conceptos de paternidad y maternidad están muy lejos de las categorías estrictamente naturales y forman parte del conjunto de aspectos sociales y culturales que, deliberada o inconscientemente, ha construido el ser humano.*

*La utilización de técnicas diversas para el control de la reproducción, tanto en sus términos absolutos como en la preferencia de un sexo sobre el otro, es tan antigua como la propia hominización. Por ello, y frente a lo que pudiera parecer, éste no es un asunto que surja con el desarrollo de las modernas tecnologías biomédicas sino que, más bien, cabría considerar a esas tecnologías como nuevas variantes de una larga historia de construcción y control social de la reproducción humana.*

*Lo novedoso no es, por tanto, que la reproducción humana esté sometida a mecanismos de regulación social y no sea un mero proceso determinado por la naturaleza o los dioses, sino el carácter que en los últimos tiempos ha adoptado esa regulación social de la reproducción por medio de las nuevas tecnologías reproductoras. Tanto una mujer yanomamo que practica el infanticidio femenino como una mujer europea que toma la píldora o aborta están ejerciendo un control sobre su reproducción cuya explicación está más en lo social que en lo biológico (aunque obviamente la segunda consideraría que la primera practica un asesinato -si bien ella misma es considerada tan asesina como la mujer yanomamo desde terceras perspectivas-).*

*Podemos ver, por tanto, que el control de la reproducción está además asociado a planteamientos valorativos de tipo moral muy controvertidos. De hecho, los asuntos que tienen que ver con la reproducción son temas estrella en la lista de éxitos de los debates morales. Y quizá aquí sea donde radique la novedad de las tecnologías de la reproducción. Al presentarse como instrumentos con los cuales los individuos pueden decidir deliberadamente sobre su reproducción, plantean problemas morales nuevos que no podrían estar presentes en la mente de la mujer yanomamo.*

*Las tecnologías del control de la reproducción han traspasado la barrera de su utilidad negativa (como limitadoras de la natalidad) para convertirse en procedimientos que permiten tener hijos a personas que habían sido declaradas infértiles por la naturaleza. Las madres-abuelas, los litigios por el control de embriones congelados cuyos padres biológicos se han separado o han muerto, la posibilidad de seleccionar el sexo del hijo, los embarazos múltiples convertidos en culebrones televisivos, etc., plantean nuevas situaciones sobre las que se dan valoraciones morales diversas.*

*Evidentemente, el recurso a los expertos no permite evaluar la moralidad de cada planteamiento. Las tecnologías de la reproducción son, a la vez, denunciadas por monstruosas y adoradas como solución a todos los problemas de las parejas desahuciadas para su reproducción biológica hace sólo unos años.*

*Estos nuevos casos plantean dilemas morales apenas se profundiza un poco más allá de la sensiblera presentación que suelen hacer los medios de comunicación y los profesionales que viven de ellos. Hace unos años fue famoso el caso de una madre que se negaba a una antinatural intervención tecnológica de aborto selectivo sobre algunos de los ocho fetos que estaba gestando. Pero, curiosamente, su argumento de que se cumpla la voluntad de Dios había sido negado por ella misma tan sólo unos meses atrás ya que tenía su útero tan poblado debido a una no menos antinatural intervención tecnológica con fármacos estimuladores de la ovulación. Las denuncias a la impiedad que supone que en los países subdesarrollados la natalidad explosiva y la pobreza extrema conduzcan a la muerte segura a millones de niños, conviven con el aplauso por el logro tecnológico de que parejas de otros lugares puedan tener su propio hijo con unos costes económicos y emocionales (para quienes no lo logran) que resultarían sobrados para salvar la vida a esos otros niños, con sólo asumir que la paternidad/maternidad tiene más que ver con una relación real entre seres humanos que con la transmisión de un material genético determinado.*

*Las decisiones científico-técnicas sobre el control de la reproducción no pueden ni deben restringirse al ámbito de los expertos en esos temas, ni mucho menos al debate entre supuestos expertos en temas bioéticos. Porque se trata de temas en los que los seres humanos están, y tienen que estar, vitalmente implicados, es necesario el conocimiento y la participación pública en los debates sobre esos asuntos. La redefinición del concepto de paternidad/maternidad es uno de los elementos singulares en estas polémicas. Y ese es un concepto que a nadie puede resultar ajeno, tanto porque la paternidad/maternidad propia empieza a ser un tema conscientemente decidido (o evitado), como por el hecho de que todos los seres humanos son producto de la idea que de ese concepto tuvieron sus antepasados.*

## DOCUMENTO 6: La ciencia para el siglo XXI

*La región de América Latina y el Caribe enfrenta la imperiosa necesidad de avanzar en su proceso de desarrollo económico y social sustentable. En ese proceso la ciencia, la tecnología y la innovación deben contribuir a: elevar la calidad de vida de la población; acrecentar el nivel educativo y cultural de la población; propiciar un genuino cuidado de calificación de los recursos humanos; aumentar la competitividad de la economía, y disminuir los desequilibrios regionales. (...)*

*Un nuevo compromiso (contrato) social de la ciencia deberá basarse en la erradicación de la pobreza, la armonía con la naturaleza, y el desarrollo sustentable. (...)*

*Resulta indispensable mejorar el conocimiento y análisis, y contribuir a armonizar las complejas interrelaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.*

*Los sistemas políticos democráticos deben valorar y apoyar decididamente el desarrollo de la ciencia y la tecnología, en tanto fuentes de progreso social y de enriquecimiento cultural.*

*Por su parte, las comunidades de investigadores deben: (i) contribuir, especialmente en el caso de problemas en los que están involucradas, a la presentación de alternativas sobre las cuales la ciudadanía pueda informarse y pronunciarse, (ii) tener en cuenta las opiniones de la sociedad y dialogar efectivamente con ella; (iii) luchar contra el entronizamiento de tecnocracias amparadas en conocimientos científicos y tecnológicos, reales o supuestos.*

*La conjugación de los esfuerzos de distintos actores sociales debería posibilitar la elaboración en cada país de una agenda prioritaria de grandes temas de investigación.*

*Declaración de Santo Domingo: “La ciencia para el siglo XXI: una nueva visión y un marco de acción”, Marzo de 1999. <http://www.campus-oei.org/salactsi/santodomingo.htm>*



### 3. UNA TIPOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE CASOS CTS

#### Resumen

Especialmente para la selección y organización de contenidos en la educación CTS puede resultar conveniente proponer una somera clasificación de los casos CTS, entendiendo por éstos situaciones en las que se dan decisiones de importancia social relacionadas con la actividad tecnocientífica. Para esa clasificación puede ser útil el cruce de dos criterios significativos en relación con las temáticas CTS. Un primer criterio opone *naturaleza* y *cultura*. Tras él aparecen la distinción epistémica entre ciencias naturales y sociales, y la distinción práctica entre tecnologías materiales y tecnologías de organización social. Un segundo criterio viene de la oposición entre el *entorno* y el *individuo*. El entorno trasciende al individuo incorporando valores de tipo estético y político, mientras que a propósito del individuo se dan controversias valorativas de naturaleza esencialmente ética y política. Cruzando ambas oposiciones pueden determinarse cuatro ámbitos temáticos para los casos CTS como son el *medio ambiente*, el *medio humano*, la *salud* y la *educación*.

El propio origen crítico y alternativo de los planteamientos CTS tanto en el ámbito académico como entre los movimientos sociales, hace que no haya sido motivo de preocupación en sus estudios la determinación de unos ámbitos temáticos específicos para los casos CTS. De hecho, el carácter interdisciplinar que pretende tener este enfoque rehuye el establecimiento de fronteras rígidas y excluyentes entre sus diversos temas. Tampoco existen criterios de demarcación precisos que definan qué es un caso CTS y qué no lo es. Aproximadamente podría decirse que en los casos CTS hay decisiones explícitas o implícitas sobre asuntos de importancia social, que esas decisiones se refieren a asuntos relacionados con conocimientos o artefactos tecnocientíficos y que sobre ellas cabe una controversia legítima por cuanto incorporan también intereses, opiniones y valores de distinto tipo. Los casos CTS serían, por tanto, asuntos en los que las cuestiones tecnocientíficas tienen relevancia social y comportan la interacción con valores. En ellos los elementos epistémicos (conocimientos) y axiológicos (valores) se anudan en una tupida red que tiene como protagonistas actores de muy diversos tipos (expertos y profanos, promotores y afectados, ciudadanos y administradores...)

Aunque sin esa denominación explícita, las noticias de cada día muestran muchas de estas controversias CTS. Sin embargo, cuando se pretenden exponer ordenadamente diversos casos CTS parece conveniente contar con algún criterio sistemático para clasificarlos. Especialmente para la selección de contenidos CTS con fines educativos, es importante disponer de algún criterio de clasificación para que la panorámica de temas posibles sea lo más plural.

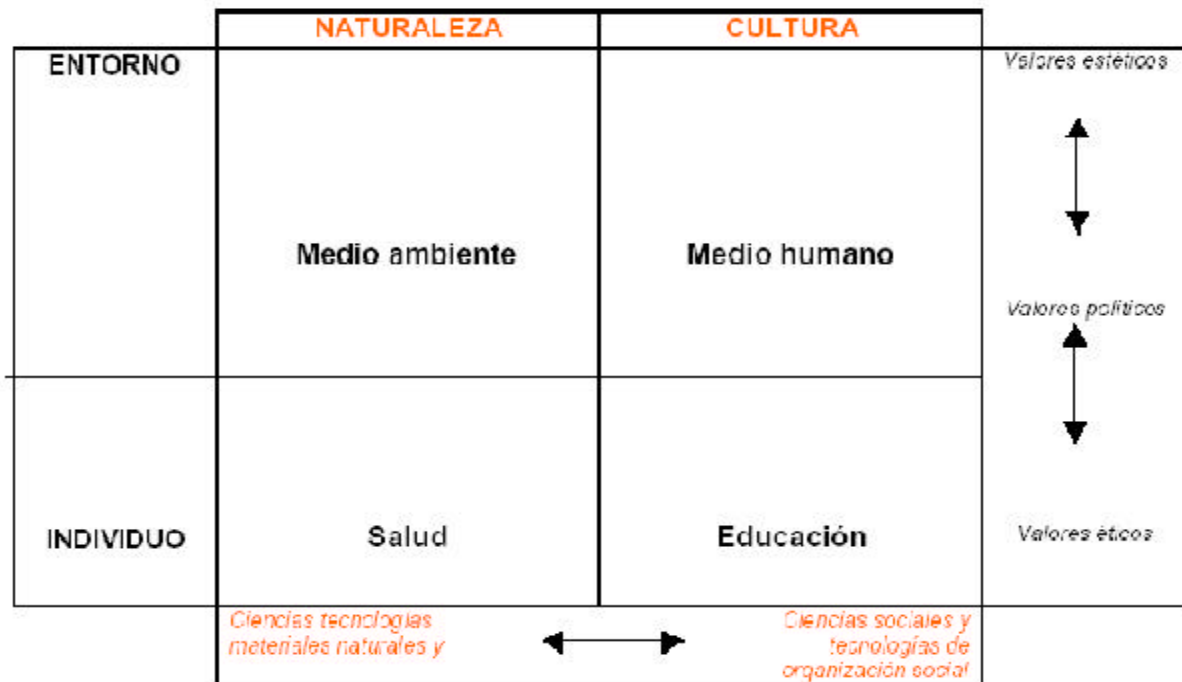
Con esta orientación de carácter práctico para su uso educativo se pueden plantear algunos ámbitos en los que cabe agrupar los diversos ejemplos de temas CTS. Para definir esos ámbitos se seguirán dos criterios inspirados en oposiciones muy relevantes en relación con esos temas.

\* **Naturaleza vs. Cultura:** Esta es una de las distinciones más clásicas de la historia de la filosofía occidental. La distinción entre un ámbito en principio no construido por el ser humano, la *naturaleza*, que se presenta como dado y otro ámbito en el que la acción transformadora tiene su escenario privilegiado, la *cultura*, que tiene además implicaciones en la propia clasificación de las ciencias y las tecnologías. Las ciencias que investigan sobre la realidad previa a la acción humana se denominan *ciencias naturales* (la más *dura* de las ciencias naturales sería la Física, cuyo nombre procede precisamente de los estudios que desde los griegos se han venido haciendo acerca de la *Physis* o naturaleza). En tiempos históricos más recientes han surgido también otras ciencias que se ocupan no ya de la realidad natural, sino de la artificial, es decir, de las obras humanas o de las diversas dimensiones del propio ser humano: son las *ciencias humanas* o *sociales*. Además de esas implicaciones en las divisiones habituales del conocimiento científico, la oposición entre naturaleza y cultura, tiene también consecuencias importantes en el ámbito de la actividad tecnológica. Las *tecnologías materiales*, que muy frecuentemente acaban identificándose con todas las tecnologías, tienen en la transformación de la naturaleza su principal escenario de actuación. Junto a ellas la realidad social, la *cultura*, se ve también afectada por la actividad de otras tecnologías a veces menos visibles pero no menos importantes: las *tecnologías de organización social*. La oposición entre naturaleza y cultura puede ser por tanto, relevante si se pretende distinguir ámbitos temáticos en los casos CTS que no olviden la pluralidad epistémica y práctica existente en las ciencias y tecnologías.

\* **Entorno vs. Individuo:** Otra oposición significativa para distinguir diversos ámbitos en los casos CTS es la que puede establecerse en relación con la dimensión de esos temas. La oposición entre el *entorno* (territorio, hábitat o medio) y la dimensión estrictamente *individual* (física -cuerpo- o anímica -*psique*-) de las vidas humanas recoge también planteamientos filosóficos significativos recordando, en cierto modo, la dualidad entre lo *filogenético* y lo *ontogenético*. El entorno se impone a los individuos y los trasciende. Tanto el medio ambiente natural (los recursos, la diversidad biológica y la belleza de la naturaleza) como las construcciones culturales en las que los individuos desarrollan sus vidas (las ciudades, las redes, las formas de socialización y comunicación y hasta el mismo lenguaje), existen antes de cada individuo y seguramente, en la mayoría de los casos, le sobrevivirán. Sin embargo, esa trascendencia del entorno sobre el individuo no implica su inmutabilidad. Desde los comienzos de la existencia de nuestra especie en el planeta y singularmente en nuestros tiempos, el entorno en el que los humanos vivimos nuestras vidas se ha visto transformado (mejorado y/o amenazado) por nuestras propias acciones técnicas. El entorno es una construcción técnica humana e incluso (especialmente en el caso del medio ambiente) susceptible de ser destruido por las acciones técnicas de los seres humanos. Las decisiones sobre el entorno a diversos niveles resultan imprescindibles si se quiere controlar la capacidad destructiva humana y propiciar la democratización y mejora de nuestras construcciones. Pero también los propios individuos humanos son, en cierto modo, construidos técnicamente. Su supervivencia física depende en muchas ocasiones de acciones técnicas identificadas con el campo de la salud y, además, la propia identidad individual es ella misma una construcción social derivada de tecnologías de organización so-

cial como la educación, la organización del trabajo o los medios de comunicación. Tanto en las acciones sobre el entorno como en las que se realizan sobre los individuos están presentes valores políticos (hay mucho de político en las controversias medioambientales, urbanísticas, sanitarias, educativas...). Además en cada uno de los términos de esta segunda oposición dominan respectivamente las otras dos dimensiones axiológicas más significativas: la estética y la ética. Es evidente la presencia de valores éticos en los temas relacionados con la salud, el trabajo o la educación, pero también debería ser evidente que en los temas relacionados con la construcción de los espacios urbanos, en los medios de comunicación o en la propia relación con la naturaleza existen valoraciones irreductiblemente estéticas.

Por tanto, si la oposición entre *naturaleza* y *cultura* recoge los aspectos epistemológicos relevantes en CTS, la oposición entre *entorno* e *individuo* plantea, además, el carácter de las controversias valorativas propias de cada campo. Cruzando ambas oposiciones pueden determinarse cuatro ámbitos específicos en los que pueden hallarse casos CTS significativos que incorporan tanto los diversos tipos de disciplinas tecnocientíficas como los distintos niveles de análisis valorativos. El medio ambiente (la naturaleza -la physis-), el medio humano (la ciudad, las redes...), la salud (lo corpóreo) y la educación (y también la organización del trabajo) serían cuatro ámbitos en los que pueden encontrarse numerosas controversias CTS susceptibles de un tratamiento educativo.



## DOCUMENTO 7: Algunos casos CTS verosímiles

**Caso 1:** Una multinacional farmacéutica quiere experimentar una posible vacuna contra el SIDA con varios miles de niños menores de tres años. Si tiene éxito, quedarán protegidos y podrá comercializarse la vacuna en todo el mundo; pero hay quienes consideran que ese ensayo entraña problemas éticos ya que consideran que los riesgos a los que se expondría a esos niños serían excesivos y que la razón para acelerar el experimento es el beneficio económico de la empresa.

**Caso 2:** Un grupo de familias de diversos países se han asociado para pedir a los gobiernos que deroguen las leyes que obligan a la escolarización obligatoria de los niños. Consideran que con Internet ya pueden educar a sus hijos desde sus casas y que la escuela ha sido superada por las nuevas tecnologías, por lo que no tiene sentido, según ellos, el mantenimiento de la obligación legal de llevar a los niños a la escuela.

**Caso 3:** En una zona virgen del Amazonas se proyecta construir un gran complejo industrial que supondrá un gran desarrollo económico aunque tendrá importantes efectos sobre las formas de vida tradicionales y en el entorno natural del río.

**Caso 4:** Un restaurante tradicional muy afamado recibe una oferta para ser adquirido por una empresa multinacional de comida rápida. Los procesos culinarios tradicionales serían sustituidos por procedimientos estandarizados y automatizados que supondrían un gran cambio para los trabajadores del local.

**Caso 5:** Una ciudad se plantea regenerar una zona de cierto valor histórico aunque bastante degradada. Los proyectos que se someten al debate público son muy diversos: desde parques tecnológicos hasta viviendas y centros comerciales.

**Caso 6:** Una ciudad tiene un serio problema con la gestión de sus basuras. Hasta ahora se depositaban en las afueras, pero se está planteando emprender un tratamiento sistemático para los residuos sólidos urbanos. Las alternativas son varias: desde dejar las cosas como están hasta aceptar la oferta de una empresa privada para instalar una planta incineradora.

**Caso 7:** En la autovía que conecta tres ciudades en una región son continuos los atascos y trabazones estando ya al borde del colapso. Se proponen diversas soluciones a este problema. Hay quienes reclaman nuevos carriles o la construcción de otra autovía paralela, y hay también quienes sostienen que la solución sería el transporte público por ferrocarril.

**Caso 8:** Un equipo ciclista recibe una oferta para ser patrocinado por una empresa que se dedica a la producción de fármacos que pueden ser utilizados como sustancias dopantes. La empresa quiere dar una imagen saludable con su mecenazgo de una actividad deportiva, pero hay quienes piensan que podría ser la imagen de los propios deportistas la que saldría perjudicada. Algunos ciclistas consideran que el beneficio económico es la razón por la que participan en pruebas deportivas tan duras, por lo que no ven mal aceptar la oferta de patrocinio.

## 4. EL VALOR DE EDUCAR EN CTS

### Resumen

En los últimos años y en diferentes países se ha implantando la perspectiva CTS de varios modos. Desde los *injertos de temas CTS* en materias científicas y tecnológicas hasta el *replanteamiento radical* de dichas materias en clave CTS, pasando por los *injertos de materias CTS* sustantivas en los currículos, son muchas las propuestas educativas inspiradas en estos planteamientos.

En los últimos años se han venido desarrollando diversas propuestas prácticas para la implantación educativa del enfoque CTS. Aunque ha sido en la educación media donde se han desarrollado más intensamente las propuestas de educación CTS, también en la educación universitaria ha habido iniciativas orientadas por estos planteamientos.

Entre las diferentes propuestas para la educación CTS cabe distinguir, en términos generales, tres modos de implantación educativa. En primer lugar, los *injertos CTS en materias científicas y tecnológicas*, en los que se mantiene la estructura disciplinar clásica del currículo predominando en él los contenidos tradicionales de cada materia, pero añadiéndoles temas específicos o apartados en cada tema sobre cuestiones de naturaleza CTS. En segundo lugar, los *injertos de materias CTS en el currículo*, con los que también se mantiene la estructura disciplinar convencional en la organización general del currículo, pero se crean espacios propios de las temáticas CTS en la forma de materias específicas CTS con una carga horaria propia. En tercer lugar, aunque con menor presencia institucional, cabe hablar también de propuestas de *replanteamiento radical del currículo en clave CTS*, según este planteamiento se impugna la propia estructura disciplinar del currículo, apostando por organizar los contenidos de forma no disciplinar de acuerdo con las temáticas CTS.

## 4.1 ¿QUÉ NO ES Y QUÉ ES CTS EN EDUCACIÓN?

### Resumen

En los planteamientos de la educación CTS conviene evitar cuatro posibles tentaciones reduccionistas según las cuales CTS podría quedar limitada a un curso de filosofía o teoría de la ciencia, a un curso de historia de las ciencias y las tecnologías, a un curso de divulgación científica de carácter tecnófilo o a un curso de activismo tecnocientífico de carácter tecnófobo. Frente a estos planteamientos reduccionistas, la genuina educación CTS tendría dos finalidades principales: por una parte, el análisis y la desmitificación del papel social de la ciencia y la tecnología para hacerlas accesibles e interesantes para los ciudadanos y, por otra, el aprendizaje social de la participación pública en las decisiones relacionadas con los temas tecnocientíficos.

Al plantear currículos para la educación CTS conviene sortear algunos riesgos inherentes a las tradiciones habituales de las disciplinas que se dedican a la enseñanza de estos temas. En este sentido convendría advertir contra cuatro posibles planteamientos reduccionistas en el desarrollo de las temáticas CTS:

\* **La educación CTS no debería reducirse a un curso de Filosofía de la Ciencia o de Teoría del conocimiento:** El predominio hasta hace cuatro décadas de los enfoques internalistas en la reflexión filosófica sobre la ciencia y la tradición de veinticinco siglos de reflexión filosófica sobre los problemas del conocimiento podrían hacer caer en la tentación de reducir CTS a un curso de filosofía de la ciencia. Sin despreciar la importancia de ésta para la comprensión del fenómeno científico, en CTS pretende ponerse el acento principalmente en la contextualización social de estos temas, algo que sólo muy recientemente ha aparecido entre los contenidos propios de la reflexión filosófica sobre la ciencia (y que, por cierto, apenas se ha visto acompañada por un tratamiento sustancial de la tecnología).

\* **La educación CTS no debería reducirse a un curso de Historia de las Ciencias y las Tecnologías:** Esta sería la segunda tentación importante. Al no disponer habitualmente en la enseñanza de las ciencias y las tecnologías del tiempo necesario para tratar la propia historia de cada disciplina, cabría considerar los espacios de la educación CTS como propicios para desarrollar cursos sobre historia de las ciencias y las tecnologías. Nuevamente este enfoque sería parcial y no recogería suficientemente los problemas del desarrollo tecnocientífico más acuciantes de nuestro presente. Además, muy probablemente, se centraría en aquellas disciplinas con una más dilatada historia o con mayor tradición historiográfica. Incluso cabría el riesgo de mostrar una visión heroica del progreso tecnocientífico a lo largo de la historia protagonizada por individuos singulares que descubren o inventan en paralelo a la visión tradicional de la historia política como una sucesión de personajes y acontecimientos singulares.

\* **CTS no debería reducirse a un curso de divulgación tecnocientífica de carácter tecnófilo:** Aunque en CTS se pretende un acercamiento e interés por los temas de ciencia y tecnología, ello no supone convertir este espacio educativo en

un lugar para la promoción abreviada de los logros de la ciencia y la tecnología y su reivindicación acrítica para el beneficio de la sociedad.

\* **CTS no debería reducirse a un curso de activismo anticientífico de carácter tecnófobo:** Por otro lado, también conviene conjurar el riesgo de convertir la educación CTS en una confrontación con la ciencia y la tecnología o en su demonización. Ciencia y tecnología no son dioses bondadosos, pero tampoco son demonios perversos contra los que luchar. Se trata de realidades sumamente importantes para la sociedad que deben ser adecuadamente comprendidas y con las que se ha de fomentar una relación participativa.

En este sentido, la educación CTS debería recoger lo más positivo de esos cuatro planteamientos sin caer por completo en ninguno de ellos. Si hubiera que resumir en dos principios los objetivos de las enseñanzas CTS y su papel en la educación estos serían, los siguientes:

El análisis y desmitificación del papel social de la ciencia y la tecnología para hacerlas accesibles e interesantes para los ciudadanos

El aprendizaje social de la participación pública en las decisiones relacionadas con los temas tecnocientíficos

Ambos objetivos permiten promover una nueva relación de los ciudadanos con la ciencia y la tecnología (un nuevo *contrato social* para ellas) y favorecen el interés público en ellas, propiciando la aparición entre los jóvenes de inquietudes y vocaciones científicas y tecnológicas, con lo que a la vez, son una base importante para el propio fortalecimiento y desarrollo de la ciencia y la tecnología en la sociedad.

## DOCUMENTO 8: ¿Cómo se consideraba hace dos siglos la educación científica?

*Estas ciencias son, contra los prejuicios, contra la pequeñez de espíritu, un remedio, si no más seguro, al menos más universal que la filosofía misma. Son útiles en todas las proporciones y es fácil ver cómo lo serían más si estuviesen más uniformemente extendidas. Los que siguen su marcha ven aproximarse la época en que la utilidad práctica de su aplicación va a alcanzar una difusión a la que no hubieran osado sus esperanzas y en que los progresos de las ciencias físicas deben producir una dichosa revolución en las artes, y el medio más seguro de adelantar esta revolución es el de esparcir estos conocimientos en todas las clases de la sociedad y facilitarles los medios de adquirirlas.*

Condorcet (1792): *Informe sobre la organización general de la Instrucción Pública*, Morata, Madrid, 2001

*En teoría, el proyecto de dar una educación a las clases trabajadoras es ya bastante equívoco, y en la práctica, sería perjudicial para su moral y felicidad. Enseñaría a las gentes del pueblo a despreciar su posición en la vida en vez de hacer de ellos buenos servidores de la agricultura y los otros empleos a los que les ha destinado su posición. En vez de enseñarles subordinación les haría facciosos y rebeldes, como se ha visto en algunos condados industrializados. Podrían entonces leer panfletos sediciosos, libros peligrosos y publicaciones contra la cristiandad. Les haría insolentes ante sus superiores; en pocos años el resultado sería que el gobierno tendría que utilizar la fuerza contra ellos.*

Informe del presidente de la Royal Society para oponerse a principios del siglo XIX a la creación de escuelas elementales en Inglaterra. (En C. Cipolla: *Educación y desarrollo en Occidente*, Ariel, Barcelona, 1970)



## DOCUMENTO 9: ¿Para qué sirve la educación científica en el siglo XXI?

*La educación, y muy concretamente la alfabetización científico-tecnológica, ha de tratar con detenimiento estas cuestiones, ha de favorecer análisis realmente globalizadores y preparar a los futuros ciudadanos y ciudadanas para la toma fundamentada y responsable de decisiones. Es preciso, sobre todo, que esa educación permita analizar planteamientos que son presentados como «obvios» e incuestionables, sin alternativas, escamoteando de ese modo la posibilidad misma de elección. Ese es el caso, pensamos, de la idea de competitividad. Curiosamente, todo el mundo habla de competitividad como algo del todo necesario, sin tener en cuenta que se trata de un concepto muy contradictorio cuando se analiza globalmente: ser «competitivos» significa poder ganarle a otros la partida; el éxito en la batalla de la competitividad conlleva el fracaso de otros. Puede ser ilustrativa a este respecto la forma en que Sánchez Ferlosio (1997) se refiere a «la perspectiva del actual encarnizamiento de la competencia, con la inexorable urgencia de ajustarse sin pausa a la aceleración de la carrera de la competitividad» (el subrayado es nuestro). Se trata, pues, de un concepto que responde a planteamientos particularistas, centrados en el interés de una cierta colectividad enfrentada —a menudo «encarnizadamente»— a «contrincantes» cuyo futuro, en el mejor de los casos, nos es indiferente... lo cual resulta contradictorio con las características de un desarrollo sustentable, que ha de ser necesariamente global y abarcar la totalidad de nuestro pequeño planeta.*

*La educación ha de contribuir a fundamentar la convivencia de regirse por otro concepto de eficiencia, que tenga en cuenta las repercusiones a corto, medio y largo plazo, tanto para una colectividad dada como para el conjunto de la humanidad y de nuestro planeta. Y es necesario, asimismo, hacer ver que no hay nada de utópico en estos planteamientos: hoy lo utópico, «lo que no tiene lugar», es pensar que podemos seguir guiándonos por intereses particulares sin que, en un plazo no muy largo, todos paguemos las consecuencias. Quizás ese comportamiento fuera válido —al margen de cualquier consideración ética— cuando el mundo contaba con tan pocos seres humanos que resultaba inmenso, sin límites. Pero hoy eso sólo puede conducir a una masiva autodestrucción.*

D. Gil: "El papel de la educación ante las transformaciones científico-tecnológicas", Revista Iberoamericana de Educación, N° 18. <http://www.campus-oei.org/oeivirt/rie18a03.htm>

## 4.2 LOS CASOS CTS EN EDUCACIÓN. LAS SIMULACIONES EDUCATIVAS DE CONTROVERSIAS CTS

### Resumen

En relación con el segundo de los objetivos de la educación CTS cabe plantear de diversos modos los casos prácticos CTS en el aula. Tres pueden ser las alternativas. En primer lugar los *casos CTS históricos* que presentan controversias ya cerradas y bien documentadas pero con un relativo interés para los alumnos. El segundo lugar, los *casos CTS actuales* en los que se analizarían controversias CTS *en tiempo real* que resultan altamente relevantes y motivadoras pero que plantean problemas para su desarrollo didáctico. Y en tercer lugar los *casos CTS simulados* en los que se plantean controversias ficticias, aunque verosímiles, en las que se mantiene lo positivo de los dos planteamientos anteriores, sorteándose sus inconvenientes.

Una verdadera educación CTS no sería completa si no afrontara, además de los aspectos más académicos o teóricos relacionados con la interacción entre ciencia, tecnología y sociedad, las vertientes más prácticas de esas interacciones promoviendo el aprendizaje social efectivo de la participación pública en los temas de ciencia y tecnología. Para ello, el planteamiento educativo de casos CTS concretos resulta singularmente relevante. En la selección de los casos CTS susceptibles de un tratamiento educativo y en el diseño de las estrategias metodológicas para su desarrollo en el aula pueden distinguirse, al menos, tres enfoques o planteamientos diferenciados: los casos históricos, los casos actuales y los casos simulados.

\* **Casos CTS históricos:** Se trataría de estudiar controversias históricas sobre temas CTS en algún contexto determinado (la polémica del ensanche barcelonés en el siglo XIX o los modos de afrontar la construcción del canal de Panamá a comienzos del siglo XX, por poner dos ejemplos poco habituales en los escenarios educativos). Es indudable que este tipo de casos tienen la ventaja de referirse a controversias clausuradas por la historia y, por tanto, bien definidas. Dependiendo del contexto elegido, pueden tener cierta relevancia educativa, y precisamente por ser casos ya cerrados sobre los que habrá estudios previos, resultarán de fácil manejo didáctico en el aula, siendo accesible la información correspondiente. Entre los inconvenientes destacaría el hecho de tratarse de asuntos escasamente motivadores ya que abordarían polémicas que no son de nuestro tiempo sino del de otros seres humanos ya desaparecidos.

\* **Casos CTS actuales:** Los medios de comunicación nos ofrecen cada día ejemplos de posibles temas CTS de alto interés educativo. Sin embargo, los casos en tiempo real, al abordar polémicas abiertas y que están en constante redefinición, resultan muy difíciles de manejar en el aula, no por escasez de información, sino por sobreabundancia. En este tipo de casos el gran interés y la palpitante actualidad de los asuntos puede acabar *inundando* el trabajo en el aula e impidiendo una adecuada perspectiva sobre el tema. Eso sí, este tipo de temas resultan altamente motivadores para los alumnos por llevar al aula los asuntos que también preocupan fueran de ella.

\* **Casos CTS simulados:** Se trataría de casos que intentarían combinar las ventajas de los dos anteriores evitando sus inconvenientes. Serían controversias ficticias sobre decisiones tecnocientíficas perfectamente verosímiles, aunque no reales. En ellos, las polémicas estarían abiertas (como en los casos reales), pero a la vez bien definidas (como en los históricos) ya que la realidad no inunda la situación sino que ésta se presenta de forma controlada. Los casos simulados no perderían nada de la relevancia propia de los reales ya que, aunque en ellos la controversia concreta es ficticia, tanto el tema como las informaciones que pueden conseguirse son reales. Se trata, por tanto, de casos muy apropiados para el manejo en el aula y altamente motivadores ya que incluso permiten un cierto juego creativo al relacionar lúdicamente los planos de la realidad y de la ficción.

Los *casos simulados* tienen las ventajas de las dos alternativas señaladas prescindiendo de sus inconvenientes. Como los casos históricos son fáciles de manejar en el aula. Como los casos en tiempo real, abordan cuestiones relevantes y sobre las que hay un interés social claro; pero resultan pedagógicamente más manejables, al fijarse con claridad la naturaleza de la controversia y el papel de los actores participantes. De hecho, temáticamente los casos simulados CTS no son diferentes de los que aparecen en los periódicos, lo que se simula son sólo las condiciones concretas en las que se desarrolla la controversia a fin de hacer viable su tratamiento en el aula. La estrategia pedagógica de los casos simulados guarda con la realidad de las controversias CTS una relación muy similar a la que se da entre la investigación con variables controladas y la propia realidad en la que esas variables resultan incontrolables. La investigación en el laboratorio no debe perder su validez ecológica por simplificar y hacer manejables las situaciones sobre las que se investiga. Del mismo modo, las simulaciones en el aula siguen siendo relevantes para el aprendizaje de la participación democrática en las controversias reales aunque no suponga la inmersión directa en ellas. Una ventaja adicional es que, al no tratarse de casos reales, se dejan de lado los prejuicios dominantes en ellos; de este modo, es más factible que los alumnos lleguen a ser conscientes de la diversidad de argumentos y la flexibilidad interpretativa presente en el asunto debatido.

Importa menos la decisión final que se adopta en cada caso simulado que el nivel de debate público y el contraste racional de informaciones, argumentos y valores que ha podido desarrollarse en el proceso. Al fin y al cabo, la educación CTS pretende distanciarse del mero adoctrinamiento (sea tecnófilo o tecnófobo) y apuesta por la racionalidad dialógica como el mejor instrumento para la dilucidación y toma de decisiones sobre cuestiones que, como las que se plantean en CTS, tienen un carácter esencialmente abierto y problemático.

## 5. ALGUNOS LIBROS RECOMENDABLES...

**AGAZZI, E. (1992): *El bien, el mal y la ciencia. Las dimensiones éticas de la empresa científico-tecnológica*, Madrid, Tecnos, 1996.**

El título no engaña. Se cuestiona el mito sobre la neutralidad de la ciencia analizando especialmente las cuestiones relativas a los valores éticos en relación con la actividad tecnocientífica

**GARCÍA PALACIOS, E. M. y otros (2001): *Ciencia, tecnología y sociedad: una aproximación conceptual*, Madrid, OEI, 2001.**

Con una estructura muy similar a la de la primera parte de este mismo libro, aunque con un desarrollo más académico, se plantean los conceptos de ciencia, tecnología y sociedad, así como la propia perspectiva CTS. Es una descripción actualizada de los principales tópicos de los planteamientos CTS. Además de ofrecer referencias accesibles incluye también un útil glosario.

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

Seguramente la obra más influyente del movimiento CTS escrita en nuestro idioma. Es ya un verdadero clásico para la introducción a los planteamientos propios de esta perspectiva. En la primera parte se presentan los principales tópicos de esta perspectiva, mientras que en la segunda se analizan diversos casos de estudio con temáticas CTS más precisas. En paralelo al texto principal hay muchos textos complementarios o ilustrativos altamente recomendables.

**LÓPEZ CEREZO, J. A. y LUJÁN, J. L. (2000): *Ciencia y política del riesgo*, Madrid, Alianza, 2000.**

En los tiempos de las vacas locas y los alimentos transgénicos aparece este libro en el que se analiza con detalle y numerosos datos clarificadores uno de los conceptos de más actualidad entre las temáticas CTS y la propia opinión pública: el concepto de riesgo y la investigación sobre él. Cuestionándose la posibilidad de un tratamiento exclusivamente “experto” de los problemas del riesgo, se aboga por la participación pública en la gestión del riesgo.

**MÉNDEZ STINGL, R. y ÁLVAREZ REVILLA, A. (1999): *Educando en valores a través de “Ciencia, Tecnología y Sociedad”*, Bilbao, Desclée de Brouwer, 1999.**

Con un enfoque eminentemente educativo y accesible, los autores desarrollan varios casos CTS con lecturas y actividades de interés. La cartografía, la organización del trabajo, la vacuna contra la malaria y los ordenadores personales son los temas tratados, lo que demuestra una consideración de los planteamientos CTS no restringida a las tecnologías materiales y, por tanto, afín a la educación en valores. También contiene una bibliografía comentada.

**SANMARTÍN, J.: *Tecnología y futuro humano*, Barcelona, Anthropos, 1990.**

El autor de este libro es uno de los precursores de los estudios CTS en España. En el primer capítulo analiza críticamente una serie de tópicos sobre técnica, ciencia y

tecnología. En los siguientes aborda diferentes aspectos de las implicaciones sociales del desarrollo tecnológico, especialmente las referidas a las modernas tecnologías biológicas.

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

En la línea de los estudios CTS de Alta Iglesia o tradición europea, este libro reflexiona sobre la naturaleza de la actividad científica proponiendo un estudio sociológico de la misma. Se combinan los planteamientos teóricos de este modo de acercarse a la ciencia con el análisis de ejemplos más concretos.