

CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y ESTUDIOS DE GÉNERO: NUEVAS VISIONES DE LA CIENCIA EN LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO¹

CIENCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E ESTUDOS DE GÊNERO: NOVAS VISÕES DA CIÊNCIA NA SOCIEDADE DO CONHECIMENTO

SCIENCE AND TECHNOLOGY, GENDER STUDIES AND SOCIETY: NEW VISIONS OF SCIENCE IN KNOWLEDGE SOCIETY

Javier Bustamante Donas*

Resumen:

En este artículo se exponen una serie de parámetros que afectan al mundo de la educación, esenciales para que una *sociedad de la información* se transforme en una verdadera *sociedad del conocimiento*. La renovación de la educación que dicho tránsito va a suponer tiene mucho que ver con la integración de la ciencia y la tecnología con la sociedad. En un mundo globalizado, ciencia y tecnología son dos lenguajes universales de extrema importancia catalizadora de un conjunto de procesos de cambio social. Sin ellas no es posible entender ni la historia ni el futuro. Por otro lado, una cultura tecnológica de pleno sentido será algo más que una coherente aplicación de la mejor tecnología en cada ámbito de la realidad humana. Sin una reflexión profunda sobre las dimensiones *humanas* de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, no sería posible entender y controlar el papel tan profundo que juegan en nuestros días.

Palabras-claves: Educación; sociedad del conocimiento; tecnología; género; cultura.

Resumo:

Neste artigo são expostos uma série de parâmetros que afetam o mundo da educação, essenciais para uma *sociedade da informação* se transforme numa verdadeira *sociedade do conhecimento*. A renovação da educação que tal transito vai supor, tem muito que ver com a integração da ciência e da tecnologia com a sociedade. Num mundo globalizado, ciência e tecnologia são duas linguagens universais de extrema importância catalisadora para um conjunto de processos de mudança social. Sem elas, não é possível se entender nem a história, nem o futuro. Por outro lado, uma cultura tecnológica plena deverá ser algo mais do que uma coherente aplicação da melhor tecnologia em cada âmbito da realidade humana. Sem uma reflexão profunda sobre as dimensões *humanas* das novas tecnologias de informação e de comunicação, não será possível entender e controlar o profundo papel que desempenham nos dias atuais.

Palavras-chave: Educação; sociedade do conhecimento; tecnologia; gênero; cultura.

Abstract:

This essay presents a series of parameters, which affect the educational world, essential to change a society of *information into a society of knowledge*. The education renewal supposed to occur as a consequence of this change has a lot to do with the integration of science and technology with society. In a globalize world, science and technology are two universal languages with extreme catalytic importance for a complex whole of processes of social changes. Without them, it is not possible to understand neither the history nor the future. On the other hand, an entirely technological culture will have to be something other than a coherent application of the best technology in each sphere of the human reality. Without a deep reflection upon *human* dimensions of the new informational and communicational technologies, it will not be possible to understand and control the remarkable role they accomplish nowadays.

Key words: Education; knowledge society; technology; gender; culture.

INTRODUCCIÓN

Por definición, vivimos en una *sociedad tecnológica*. No es una cuestión de valoración, sino una realidad que debemos aceptar, al menos, como punto de partida. Algunos podrían desear una *vuelta a las cavernas*, es decir, menos tecnología y mejor utilizada, o quizá una sociedad donde los patrones caracterizadores fueran de otra índole. No es que queramos que la tecnología sea un elemento definidor de mayor peso específico que las ideas políticas, las creencias religiosas o los sistemas económicos. Es una cuestión de hecho. Y, como dice Serrat en una de sus canciones, "no es triste la verdad... lo que no tiene es remedio". Lo que quiero expresar aquí no es un juicio negativo *a priori* de la tecnología, sino que hoy en día no se puede pensar sobre el mundo sin pensar en la tecnología como forma esencial de relacionarnos con él, de vivir en él.

A menudo se ha concebido la tecnología como una actividad de segundo orden, inferior en dignidad al pensamiento filosófico, y ello ha provocado un olvido esencial de la tecnología como tema de reflexión durante mucho tiempo. En esa separación entre pensar y hacer históricamente, se crearon dos arquetipos: el *homo sapiens*, el hombre cartesiano que encuentra su identidad en su capacidad de razonar, y que en el ejercicio de tal función adquiere su mayor dignidad, y el *homo faber*, el constructor de herramientas, el que

transforma el mundo basándose en mamporros y martillazos. Esa dicotomía se ha perpetuado a través de la historia. Sin embargo, y curiosamente, con la separación de las ciencias y las letras la situación ha dado un giro de ciento ochenta grados en nuestros días. Para mucha gente *aprender a reflexionar* significa llenarse la cabeza de conceptos abstractos y relacionarlos retóricamente, de la manera más elegante posible, aunque no exista vínculo alguno con lo real, es decir, con problemas reales de gente de carne y hueso. Por otra parte, la ciencia y la tecnología suelen presentarse como realidades neutrales frente a ideologías y valores. Las llamadas *soluciones técnicas* son aquellas que se toman supuestamente de forma aséptica, buscando la resolución de un problema sin referencia alguna a factores externos que puedan contaminar la neutralidad de dicha solución.

En consecuencia, a pesar de la avalancha de información y conocimiento que caracteriza nuestra sociedad, vivimos en un mundo de dos culturas: la cultura humanística, muchas veces demasiado teórica y alejada en gran parte de las lentes de cada día, y la cultura científico-técnica, que parece no precisar de reflexión filosófica ni de un diálogo entre medios y fines, entre especialistas y profanos, entre técnicos y ciudadanos de a pie. Ambas culturas aparecen como dos perspectivas con distintos puntos de partida y metas, sin muchos puntos de encuentro en el camino. Por efecto de las modas una se superpone a la otra, y en estos tiempos le ha tocado el turno preferente a la cultura tecnológica. Así se nos presenta como garante y prueba fehaciente de un conocimiento eficaz del mundo. Y no sólo eficaz, sino también *demostrablemente* eficaz. Nos dice cómo manipular el mundo de forma adecuada, y además establece los criterios que nos permiten evaluar el grado de dicha adecuación. Es, a la vez, lo medido y el metro patrón con que se mide. Es decir, el beneficio que nos aporta la tecnología se evalúa a través de indicadores que son a su vez tecnológicos.

Es muy difícil evaluar la totalidad de los efectos provocados por el funcionamiento de un sistema tecnológico. Son tantas las variables en interacción, que se nos suele escapar una comprensión global del mismo. Sabemos cómo convertir un valle en un pantano, cómo repoblar un bosque con especies no autóctonas, pero desconocemos hasta límites extravagantes cuál va a ser el comportamiento global de dichos ecosistemas después de la intervención humana. No es lo mismo tener un conocimiento técnico, instrumental de la realidad que un conocimiento global, profundo, no aislado ni especializado, sino en

interacción con el resto de los saberes y, sobre todo, de la experiencia humana. Lo mismo se puede argumentar cuando hablamos del nivel tecnológico óptimo que una sociedad debería adoptar. Parece que el llamado *imperativo tecnológico* nos impele a avanzar cuanto podamos, de manera que el único límite al desarrollo sea el técnico, es decir, el impuesto por la naturaleza de los materiales y el grado de sofisticación de los procesos de transformación. *Si podemos, debemos*, reza este imperativo en su formulación más sencilla. El arma más destructiva, el disco duro con más megabytes, el automóvil más veloz, el equipo de música con más vatios de potencia. Aunque aparentemente es un movimiento de lo más lógico, a menudo es lo más evidente aquello que esconde la mayor de las falacias.

Más allá del imperativo tecnológico: la comunicación entre culturas

Es precisamente en este caldo de cultivo donde surge esta nueva disciplina: *Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Una de sus pretensiones es levantar un puente que comunique ambas culturas, establecer un vocabulario común que permita un acceso social a cuestiones técnicas en su contenido, pero a la vez profundamente políticas, sociales y, en definitiva, humanas, en sus consecuencias. Hasta hace algunas décadas, la fe en el progreso evitaba cualquier tipo de crítica profunda hacia la ciencia y la tecnología. Se pensaba que sus efectos perversos eran consecuencia de acciones puntuales de individuos que traicionaban el *ethos* de la ciencia, que toda tecnología es neutral en sí misma, y que sólo su uso tenía un carácter moral. Es decir, que sólo se podía hablar de un uso bueno o malo de una tecnología intrínsecamente neutral. Se pensaba que la ciencia extendería su influencia benéfica sobre todas las clases sociales, que la humanidad se encaminaría hacia una nueva *Edad de Oro* por mor del conocimiento científico. Más tarde, comprobamos que las consecuencias no eran tan sencillas como se pensaba. El progreso no beneficiaba a todos por igual. De hecho, parece que las desigualdades aumentaban al aparecen nuevas élites basadas en la posesión o no de dicho conocimiento. La tecnología no siempre era neutral, sino que podía encubrir en su diseño diferentes concepciones del mundo, diferentes formas de poder. Tras la tierra y el capital, el conocimiento científico plasmado en la tecnología más avanzada, se constituye como el recurso estratégico básico que define la fuerza de una sociedad de la

información, se establece como uno de los principales factores de estratificación social.

Uno de los mayores avances en esta concepción contemporánea de la ciencia y la tecnología ha sido el descubrimiento en ellas de dimensiones esencialmente humanas, dimensiones que están siempre presente en cualquier hecho científico o técnico: en la elaboración de una nueva teoría, en la polémica científica entre teorías alternativas, en el diseño y fabricación de artefactos y tecnologías organizativas, etc. Toda actividad científico-técnica es una empresa humana, y como tal difícilmente puede substraerse a un análisis que muestre cómo esas dimensiones no-técnicas se imbrican en el producto final... y también en la forma en que *vivimos* (utilizamos, rechazamos, aceptamos, concebimos, etc.) dicho producto.

En definitiva, este reconocimiento ha llevado a la aparición de una disciplina que tendrá un papel esencial en el proceso de construcción de una ciudadanía, pero que no se ciñe a las *fronteras disciplinarias* tradicionales. No hablamos de una *filosofía de la tecnología*, o de una *sociología de la ciencia*, sino de una disciplina que aprovecha elementos y metodologías tomadas de la filosofía, la sociología, la historia, el análisis textual, la semiología y otros campos relacionados para conformar un campo de estudio que se unifica por el objeto de estudio. Por supuesto, las *ciencias duras* también cobran aquí un papel indispensable, ya que es preciso apoyarse en un conocimiento suficiente de los mecanismos internos de los hechos técnicos o de los descubrimientos científicos para poder elaborar un análisis adecuado de los mismos. De esta forma se busca disolver la dicotomía entre ambas culturas, ya que sin la intervención de ambas formas de conocimiento no se puede llegar a una comprensión adecuada de la significación y relevancia de la ciencia y la tecnología para la sociedad actual. Tampoco se descubriría hasta qué punto la ciencia y la tecnología de que disfrutamos son consecuencia de la sociedad que somos, cómo nuestra forma de vida afecta y diseña las formas tecnológicas y marca el camino a seguir para el desarrollo de la ciencia. La interacción entre ciencia, tecnología y sociedad camina pues en ambos sentidos.

Este planteamiento tendrá en una sociedad del conocimiento un valor pedagógico claro, ya que nos permite analizar una serie de problemas que van a requerir un tratamiento *holístico* o, al menos, pluridisciplinario. Se enfrentarán a cuestiones técnicas que realmente tienen un trasfondo social, religioso o político, a debates sobre la ciencia donde la religión, la

economía, la distribución del poder en la sociedad o el contexto histórico juegan un papel determinante, a conflictos sociales en los que tecnologías aparentemente neutrales se utilizan para decantar el resultado a favor de uno u otro de los grupos sociales contendientes.

Todo esto debería ayudar a cultivar una cultura socio-técnica (social y técnica al mismo tiempo) en las nuevas generaciones que van a diseñar, a través de decisiones técnicas y políticas, el futuro de esta sociedad. En una sociedad del conocimiento que tiene como meta deseable profundizar en un concepto de democracia que implique una participación cada vez más amplia de los ciudadanos en la toma de decisiones que afecten a su vida e intereses, esta cultura se constituye como una verdadera *infraestructura de participación*, una condición básica necesaria para incrementar la presencia ciudadana en la vida pública a través de una mayor información tecnológica. Por todo ello, crear una mayor conciencia de la profundidad y alcance de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, se revela así como una de las metas más importantes que la educación debe plantearse hoy en día si realmente queremos lograr una sociedad más humana, justa y solidaria, en la que ciencia y tecnología sean herramientas fundamentales en la promoción de fines socialmente relevantes.

En definitiva, la idea que se baraja aquí -- y que da razón de ser a esta materia -- tiene una enorme simplicidad. Tradicionalmente, ciencia y tecnología han sido contempladas como dos realidades bien diferenciadas, neutrales en cuanto a su bondad o perversidad (sólo habría usos buenos o malos), y orientadas hacia el progreso de la sociedad humana. Actualmente se ha visto que las fronteras entre ciencia y tecnología son más difusas de lo que parece a simple vista, y que no son axiológicamente neutrales, pues pueden distinguirse tanto en el diseño de objetos tecnológicos como en la formulación de teorías científicas elementos que son encarnación de intereses particulares de aquellos grupos que las promueven.

Como decía Langdon Winner, se puede hacer política a través de los artefactos. Y la paradoja está en que difícilmente cambiamos de ideas políticas o religiosas, pero sí estamos dispuestos a dar entrada sin gran oposición en nuestras vidas a procedimientos y artefactos tecnológicos que pueden alterar sustancialmente nuestra forma de vida, es decir, que pueden actuar como verdaderas ideologías. Todo esto hace que las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad no sean tan diáfanos e idílicos como tradicionalmente se

pensaba. Ciencia y tecnología no se transforman automáticamente por mor de cálculo alguno en una ecuación de progreso social. Hará falta una conciencia social que evalúe y asuma riesgos y beneficios, un control social de dichos procesos y una cultura tecnológica en los ciudadanos de esta nueva aldea global que les permita ser actores responsables en un proceso de decisión donde se marca el ritmo y la orientación de una gran parte de los procesos de cambio social.

Ciencia, tecnología y sociedad como infraestructura de desarrollo

Según Libe Villa², este reto no constituye una tarea fácil, porque no sólo requiere el abandono de viejos criterios que han perdido su valor, sino la búsqueda de nuevas formas y métodos para la enseñanza. Es urgente, por tanto, adaptar los objetivos educativos a las nuevas necesidades y demandas de una sociedad que evoluciona con rapidez, y que está continuamente planteando nuevos retos a un sistema educativo que corre el riesgo de atrofiarse, de convertirse en un mera pieza de museo incapaz de intervenir en la sociedad como lo ha hecho en el pasado.

Son muchas las voces críticas que han señalado que son los medios de comunicación los que realmente desempeñan este papel en la sociedad, que son ellos los que ejercen una influencia real y decisiva en la formación de las nuevas generaciones. Para aquellos que valoramos la conciencia de la evolución histórica, éste es un problema que requiere una atención particular, ya que la dejación de las tareas de actualización y transmisión de valores sociales significativos por parte de las instituciones que deben asumir por definición dicha responsabilidad, fomenta la pasividad social y permite la expansión de los valores egoístas e insolidarios que ya desde hace décadas definen de la sociedad de consumo. Se trata de una tarea urgente, especialmente para los que estamos involucrados en el mundo de la educación, confrontar la realidad social, aportando en la medida de nuestras capacidades conocimientos útiles, actitudes y valores que permitan hacer frente a los retos de nuestra época, del *aquí y ahora*.

Entre estos retos se sitúa indudablemente la comprensión de los fenómenos científico-tecnológicos y del cambio sociotécnico en toda su magnitud. Para ello habrá que tomar en consideración todas sus dimensiones (sociales, ambientales, filosóficas, políticas,

etc.), la interpretación crítica de dichos fenómenos, la creación de líneas de conocimiento humanístico y técnico desde un punto de vista constructivo, evitando propuestas deterministas, y la participación activa y responsable en discusiones y decisiones políticas y sociales que afectan al desarrollo científico-tecnológico, a fin de contribuir a lograr un mundo mejor. Es decir, una sociedad más capaz y más consciente a la vez, donde su poder de transformación y control de su entorno a través de la ciencia y la tecnología se contrapesa con un conjunto de mecanismos de autorregulación que permitan que tales actividades se lleven a cabo atendiendo a principios éticos y a fines beneficiosos para la sociedad en su conjunto.

La creciente preocupación con respecto a problemas científico-tecnológicos, el papel predominante de la tecnología incluso en los aspectos más íntimos y frecuentes de nuestra vida diaria, la siempre creciente posibilidad del colapso del planeta y la destrucción de la misma raza humana, la carencia de una democracia realmente participativa en lo que a temas tecno-científicos se refiere (a menudo más decisiva que las leyes políticas mismas) y la exclusión, opresión y explotación sufridas por los países del Tercer Mundo con respecto a los avances científicos y tecnológicos, son preguntas cruciales a plantear y resolver en una sociedad que aún plantea sus debates sobre la tecnología de un modo romántico. Esta inquietud romántica es el resultado de una actitud ambigua hacia la tecnología, producida por la toma de conciencia, por un lado, de la capacidad de la tecnología para generar libertad y riqueza y, por otro, de generar alienación y el debilitamiento de los lazos de solidaridad social (Cf. Mitcham, 1994). En el umbral del siglo XXI tenemos aún que solucionar el llamado *dilema del desarrollo*, que se expresa en la incapacidad de los seres humanos de combinar armoniosamente la satisfacción de las necesidades materiales -- riqueza y prosperidad material -- con el progreso de la libertad y la virtud humana (Cf. Feenberg, 1991).

En su doble faceta de movimiento de participación social y estructura académica arraigada, CTS es un ejemplo de una dinámica social de creciente aceleración orientada a la creación de una conciencia social hacia estos temas, mediante la dirección y el control social de la investigación científica y el establecimiento de planes de acción específicos de participación ciudadana en asuntos tecnológicos que afecten de forma directa a la vida cotidiana en la sociedad del conocimiento. Coincidimos en este sentido con la idea de

Feenberg de que el estudio del desarrollo debería dirigirse a abrir la posibilidad de caminos alternativos de modernización conducentes a diferentes sistemas sociales. (Feenberg, 1991:118).

Son distintas las utilidades de esta materia, pero todas ellas están basadas en saber crear en los estudiantes una capacidad para relacionar nociones y conceptos provenientes de diversas áreas de conocimiento, estimulando en todo momento su espíritu crítico. A partir de aquí se podrá ayudarles a apreciar y descubrir dimensiones sociales y humanas que están siempre presentes en los fenómenos científicos y tecnológicos.

Todo ello tiene como finalidad prepararles para ser ciudadanos con voz y opinión fundada en los debates sociales en los que la implantación, eliminación o sustitución de una tecnología sea un factor relevante de la discusión. Cada día es mayor la información que la sociedad demanda para poder elaborar un juicio sobre asuntos que la comunidad siente cada vez más cercanos a su vida cotidiana, y de los que cada vez se siente más responsable. Pueden citarse multitud de ejemplos de estos debates. Entre ellos destacarían los siguientes: el problema energético, el debate entre energías más competitivas frente a energías más limpias, el problema de la automatización de la producción y la disminución del empleo, las consecuencias del avance de la biotecnología y la ingeniería genética, la elección entre mayor transparencia de la vida social, la invasión de la intimidad y el sostenimiento artificial de la vida, el debate entre globalización y anti-globalización, las nuevas formas de terrorismo y sus consecuencias para un nuevo orden mundial, etc.

Como contrapunto a una capacidad de participación activa en los debates sociotécnicos sería interesante fomentar una actitud de reconocimiento de las posibilidades de mejora de las condiciones de vida inherentes al desarrollo científico-tecnológico. Reconociendo al mismo tiempo las limitaciones del mismo, es necesario generar una actitud más crítica hacia el mito de la neutralidad de la ciencia y la tecnología, lo que ayudará a mostrar los vínculos esenciales existentes entre la tecnología y los intereses sociales de los grupos que la promueven y desarrollan. También será importante saber distinguir una doble función de la tecnología: La primera, más convencional y fácilmente reconocible, es su papel como instrumento. En segundo lugar, la tecnología actúa igualmente como creadora de modelos y metáforas para entender al ser humano y la sociedad en la que éste vive. En este sentido, un cometido esencial de la signatura consistirá en prestar una atención particular a

la forma en que a lo largo de la historia ciertas teorías y elementos tomados de la ciencia y la tecnología se han transferido a la cultura popular a través de metáforas, formas de entender la realidad, modelos del orden social, etc.

No debemos olvidar la necesidad de dedicar también una atención muy especial al estudio de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad en el contexto de la llamada sociedad post-industrial o sociedad de la información, ya que es el entorno social en el que los estudiantes desarrollarán la mayor parte de sus vidas. Se contrastan las nuevas posibilidades abiertas, las nuevas condiciones políticas, económicas y sociales que definen este modelo de sociedad y los riesgos que dicha sociedad planteará a los ciudadanos que vivan en ellas. Somos ya ciudadanos de una *Telépolis* que está comenzando a crear sus propias reglas del juego, donde conceptos como comunidades electrónicas y autopistas de la información juegan un papel determinante.

Al fin y al cabo lo que se busca con esta nueva disciplina es capacitar al ciudadano de esta nueva *aldea global* para enfrentarse y reflexionar sobre las cuestiones sociales generadas por la ciencia y la tecnología sin complejos, sin dejarse ofuscar por el aura de inevitabilidad o complejidad más allá de la comprensión del no-especialista que a veces acompaña el discurso científico-técnico. De esta forma aprenderá a exigir exposiciones y explicaciones claras de los distintos actores que intervienen en el debate social sobre ciencia y tecnología, de manera que la información recibida se convierta en criterio para consolidar una opinión bien fundada sobre asuntos que cada vez tienen una mayor relevancia en la vida social.

Ciencia, tecnología, sociedad y multiculturalismo

Los estudios de *ciencia, tecnología y sociedad* han alcanzado una madurez en otros países de nuestro entorno que hacía prácticamente obligatorio incluir esta materia en los nuevos planes de estudio de enseñanza media en España. Efectivamente, podemos decir con fundamento que los estudios de ciencia, Tecnología y Sociedad se han convertido en un elemento curricular de gran vitalidad y relevancia en los países de la Unión Europea, Norteamérica y Australia, sin citar las iniciativas de alto calado de la Organización de Estados Iberoamericanos para su implantación definitiva en todo el continente.

Prueba de ello es la proliferación de programas de licenciatura, maestría y doctorado que actualmente ofrecen numerosas universidades a uno y otro lado del Atlántico. También existe un número de publicaciones periódicas bien consolidadas y notable prestigio, aunque desafortunadamente ninguna de ellas se edita aún en castellano. Proyectos de investigación, congresos internacionales, libros de texto, seminarios, sociedades científicas... todo ello son signos de la consolidación de un nuevo campo de investigación y docencia que se esfuerza por disolver barreras disciplinarias y reunir elementos de diferentes ciencias (naturales, humanas, sociales) para promover una mejor comprensión de los mecanismos internos de la ciencia y la tecnología y su interacción con el contexto social.

Desde luego, nos encontramos aún en lo que podríamos llamar una fase *preparadigmática*, usando la terminología de Thomas Kuhn. Según Kuhn, una disciplina adquiere un status de científicidad cuando presenta una orientación metodológica dominante, aceptada, compartida y practicada por la comunidad científica. Esta orientación, denominada paradigma, dicta una gran cantidad de normas necesarias para un desenvolvimiento coherente de dicha disciplinas: qué tipo de formación académica se requiere para ser investigador, qué modelos de realidad se manejan, qué metáforas se emplean para explicar fenómenos observables, qué tipo de experimentos se consideran aceptables para corroborar o refutar una teoría, etc. Pues bien, el caso es que nos encontraremos con ciertas dificultades si queremos definir de forma paradigmática el campo de CTS.

Según Solomon, nos encontramos con dos características que a la vez dan unidad a la disciplina y la diversifican en una multiplicidad de perspectivas: su compromiso con la sociedad contemporánea y la asunción de que el *statu quo* debe cambiar. Está claro que la educación debe ser adecuada a los tiempos y a la realidad social en la que se desarrollará la vida de los ciudadanos de la sociedad del conocimiento, pero este factor también introduce un elemento de diversidad. Ante la existencia problemas sociales diferentes y distintas tradiciones culturales, los requerimientos sociales en términos de política educativa variarán de un país a otro, del Primer al Tercer Mundo. En esto se diferencia sustancialmente de la educación científica, que ya posee un carácter monolítico, pues su cometido es la enseñanza de una serie de leyes, normas y procedimientos de validez universal, es decir, una ortodoxia que no varía en función de los idiomas, los índices de pobreza o las distintas

agendas de prioridades sociales. En este sentido, el compromiso que el enseñante de CTS tiene ante su propia sociedad impide que podamos hablar de un conjunto unificado de problemas, métodos y estrategias educativas. (p. viii). De hecho, en los países occidentales disfrutamos de una cultura que es consecuencia directa de nuestros desarrollos en ciencia y tecnología. En otros lugares, las culturas autóctonas no tienen por qué manifestar la misma relación causal, lo que da lugar a tensiones de diferente signo entre los tres elementos. Por ello quizá debería ser más adecuado, para no ser demasiado eurocentrista, hablar de *ciencia, tecnología y sociedades*, resaltando la pluralidad de este último término.

Por estas razones, no resulta fácil para muchos aceptar una disciplina que tiene este fuerte componente local, cuando precisamente el prestigio y la validez de la ciencia está fundamentado en el hecho de constituir un idioma universal, una forma de comunicación neutral, aséptica y aceptable por cualquier persona de cualquier país que conozca las reglas del juego. Es decir, actúa como un auténtico pasaporte en el mundo contemporáneo: Un científico que tenga que impartir una conferencia en el otro lado del mundo tendrá siempre la confianza de que sus ideas podrán expresarse en forma de ecuaciones, gráficos o tablas estadísticas, que su equipamiento técnico funcionará de forma análoga a como lo hace en su país de origen, que sus argumentos serán correctamente entendidos al ser su audiencia partícipe de un lenguaje común universal: el lenguaje de la ciencia. ¿Supone, por tanto, una marcha atrás la introducción de una disciplina que destaca por su compromiso social y la atención a problemas locales? ¿Supone esto el fin de una percepción de la ciencia como un corpus de conocimiento de validez universal?, se pregunta Solomon. (1994: viii)

Precisaremos criterios multiculturales que doten de un significado integrador a este mosaico de dimensiones científicas, tecnológicas y sociales. Aunque parezca paradójico, la unidad de la disciplina se manifiesta en su estructuración flexible en función de las necesidades sociales y educativas del país en que se implante, las relaciones entre cultura y tecnología en cada sociedad en particular, el nivel de desarrollo científico-tecnológico y el grado de participación ciudadana en la vida pública. Por el hecho de aportar una respuesta flexible en función de estos indicadores, podemos hablar de un conjunto de metodologías, de valores subyacentes y de objetivos compartidos que pueden distinguirse en cada una de sus aplicaciones particulares.

Por lo tanto, estamos ante una disciplina cuyo objetivo más general sería tratar los

problemas relacionados con la ciencia y la tecnología en su contexto social. Como dicho contexto varía de una época a otra, de un país a otro, de una tradición cultural a otra, cada nuevo conjunto de condiciones sociales aparece como una nueva e inestimable oportunidad para poner a prueba sus propuestas teóricas aplicadas a distintas circunstancias. Al ser la historia por definición un proceso inacabado, no podemos hablar de un análisis definitivo. Un buen análisis elaborado desde los estudios de *ciencia, tecnología y sociedad* será aquel que describa las condiciones sociales de un producto técnico o de una teoría científica en un momento y un lugar dados, mostrando cómo las condiciones sociales han favorecido o impedido su desarrollo o aceptación, considerando las teorías o productos alternativos que fueron desestimados durante el proceso, y señalando finalmente el impacto que todo ello tuvo sobre la sociedad. Según cambien las reglas del juego social, serán necesarios nuevos análisis que consideren toda una pléyade de variables que intervendrán en nuevos análisis. Al ser tan rápido el ritmo de cambio tecnológico y científico en nuestra sociedad, es posible que el tiempo de vigencia de estos análisis sea inferior al de otras disciplinas que evolucionen más lentamente.

El mismo proceso se verifica en referencia a los materiales didácticos elaborados, pues la experiencia nos demuestra cómo cambia la percepción de los problemas sociales y la sensibilidad hacia el papel de la ciencia y la tecnología en temas cruciales para la supervivencia humana: ecología y desarrollo, aprovechamiento y recursos energéticos, contaminación medioambiental, ayuda al Tercer mundo, desarrollo global equilibrado, etc. No cabe duda de que la sociedad se dirige hacia una mayor sensibilización en su conjunto hacia problemas cuya definición excede los ámbitos de la filosofía política convencional. Ya no es el municipio, la comunidad autónoma o el estado. No son ya criterios de pertenencia a estas unidades asociativas los que definen con exclusividad los criterios de identidad de los ciudadanos y de pertenencia colectiva. Nuevas formas asociativas, como las comunidades electrónicas, y una creciente conciencia global actúan como elementos que penetran transversalmente en la percepción que los estudiantes tienen de los problemas sociales más acuciantes. Esta dinámica de cambio en la conciencia colectiva requiere también una respuesta por parte de la educación, en forma de cambio de talante y de planes de estudios.

Como vemos, la educación en CTS tiene una perspectiva más amplia que la mera preparación científico-técnica. Una parte de los contenidos conceptuales, procedimentales y

actitudinales emerge del propio interior del mundo de la ciencia; otra parte proviene del mundo de lo social, y una última del propio contexto de los estudiantes. Al unir estos tres aspectos, se prepara al estudiante para enfrentarse con una serie de problemas que abundan en el mundo en el que tienen que aplicar lo aprendido en la escuela, y que se caracterizan por tener un componente técnico científico, un componente social y una especial relevancia y cercanía a su vida cotidiana y a la de su comunidad. Esto tiene una especial importancia cuando hablamos de los países del Tercer mundo, ya que la gente joven de estas naciones pone un especial énfasis en un entendimiento práctico y activo de su medio ambiente y de las herramientas necesarias para el desarrollo. Al mismo tiempo, desean poder armonizar ambos fines sin renunciar a unos valores que asumen como propios y distintivos. Estos valores que se ponen en juego a la hora de lograr este entendimiento marca una gran diferencia en cómo conciben el aprendizaje de la ciencia. Muchos profesores que ya han impartido esta materia en otros países saben que tratar problemas de ciencia y tecnología en el contexto de un mundo de gran diversidad cultural ayuda a dar más interés humano, mayor implicación personal por parte de los estudiantes, mayor cercanía a las lecciones de ciencia. (Solomon, 1994:x)

Un nuevo paradigma de ciencia para la sociedad del conocimiento

Según Joan Solomon, quien elabora un interesante estudio de los antecedentes de los estudios de CTS, es dudoso que desde los tiempos de Francis Bacon haya habido una ciencia neutral, desinteresada o contemplativa. El impacto de las dos guerras mundiales y las catástrofes ecológicas de la segunda mitad del siglo XX han puesto en tela de juicio la validez de tales nociones. Como consecuencia, una profunda discusión sobre problemas sociales y justicia social debe acompañar al estudio de las ciencias en las aulas, lo que se llevaría a cabo a través de la materia ciencia, tecnología y sociedad. Esta fachada de neutralidad axiológica y certeza epistemológica sirvió durante mucho tiempo para proteger la imagen de la ciencia como institución social autónoma, más allá de las luchas intestinas de la política y guiada por un estándar más elevado de dignidad y respetabilidad. Esta imagen ha sido particularmente poderosa durante el siglo XIX, cuando los países más avanzados introdujeron los primeros currículos de ciencia en la enseñanza media. Los eventos antes

señalados han alterado profundamente la imagen de la ciencia en el siglo XX, pero los currículos de ciencia siguen inalterados. En este sentido, podríamos decir que los estudios de CTS serían el correlato educativo natural a la concepción de la ciencia en los albores del siglo XXI.

El nacimiento de la ciencia occidental se produce en la Europa del siglo XVII como transformación de la filosofía natural en una forma de conocimiento de profunda vocación práctica. Francis Bacon pone sus cimientos con la pretensión de hacer de la ciencia un instrumento de transformación de la realidad -- y al servicio del estado -- en lugar de una nueva rama de la metafísica. En su obra *The Advancement of Learning* Bacon se refiere a la educación académica típica de su tiempo como "una visita con guía a través de una galería de retratos de ancianos" (Bacon, 1605:XI). En esta misma obra ya tuvo la habilidad de presentar ante el rey Jaime I a la ciencia como algo fundamentalmente útil, y aborrece la idea de que los hombres de conocimiento se entreguen a una vida contemplativa apartada de toda preocupación por los asuntos civiles, que para él eran la riqueza y el bienestar de la nación. Contemplación y acción deberían ir unidas en un conocimiento cuyo fin sería "el beneficio de los hombres" (Bacon, 1605:35).

Bacon no sólo pretendía cobijar a la ciencia bajo el paraguas del Estado, sino que también destinaba a la educación científica un lugar privilegiado dentro de la política oficial y la acción del Estado. Sin embargo, durante mucho tiempo ciencia y tecnología caminaron separadas, y la ciencia se resistió a crear lazos duraderos con la política. En un mundo dominado por la aristocracia, la ciencia durante los siglos XVIII y XIX no prestó gran atención a la causa del ciudadano común, y reprodujo en su estructura y funcionamiento los hábitos de la sociedad en la que estaba inserta. En palabras de Solomon, "la ciencia fue un reflejo de su cultura de su tiempo, de la misma forma en que la comunidad científica es reflejo de nuestra cultura contemporánea, más democrática. (1994:5)

Como ejemplo, la Revolución Industrial produjo un nivel de contaminación difícil de imaginar incluso para nuestras escalas de hoy en día, mientras que nadie echaba mano de la ciencia para mantener bajo control los niveles de polución. La nueva industria química comenzó a producir alcaloides como el hidróxido de potasio liberando enormes cantidades de ácido clorhídrico, lo que generó una lluvia ácida de Ph 2, mucho más destructiva que la actual de Ph 4. Sin embargo, no hubo estudio científico alguno dedicado a la eliminación de

este tipo de efectos perniciosos, lo que dejó indefensa a la población trabajadora (cuya expectativa de vida en algunas ciudades inglesas como Manchester se había reducido a mediados del siglo XIX a sólo 28 años) y a una naturaleza devastada por la lluvia ácida.

A pesar de que la educación se había hecho universal en algunos países europeos, aún existía un componente muy escaso de ciencia en los currículos escolares. En ese momento, coincidiendo con el cambio de siglo, el dilema que se planteaba era qué papel podía jugar la sociedad en su conjunto en el desarrollo de la ciencia, y si la ciencia -- entendida como sistema de pensamiento y corpus de conocimiento -- podía ser de utilidad para la educación del hombre de la calle, es decir, para aquellos que no se iban a dedicar profesionalmente a su ejercicio.

En los años posteriores a la segunda guerra mundial esta necesidad comenzó a plantearse con insistencia, y así nacieron dos áreas donde se manifestó un especial interés por desarrollar una ciencia popular que respondiese a las necesidades del ciudadano medio. La primera de ellas fue la toma de consciencia de los efectos medioambientales de las nuevas tecnologías. La obra de Rachel Carson *Silent Spring* denunciaba las consecuencias de la utilización de pesticidas químicos. Los científicos no prestaban gran atención a los efectos de la contaminación nuclear y química, quizá bajo la presión política de gobiernos deseosos de llevar adelante una política de competitividad y desarrollismo ilimitados. No existían en aquel tiempo mecanismos legislativos que permitiesen al ciudadano acceder a información sobre los riesgos provocados por la ciencia y la tecnología. La información, como veremos, no es suficiente. Es necesario además contar con un conocimiento básico especializado que permita construir una opinión bien fundamentada y exponerla con rigor sobre aspectos de tanta relevancia para la calidad de vida. Esta fue la primera ocasión en que se planteaba la necesidad de planificar una educación científico-técnica al alcance del ciudadano medio.

Otros apoyos indirectos a esta iniciativa para proporcionar una educación científica popular partieron de intelectuales y foros de discusión situados fuera del mundo académico. En forma de libros o informes, diversos autores o grupos centraron la atención del público sobre aspectos concretos del desarrollo científico-técnico y su impacto social. En otras ocasiones, como es el caso del informe del Club de Roma sobre *Los límites del crecimiento*, se planteaban cuestiones de gran alcance que tenían que ver con la conjunción

de elementos técnicos, científicos, económicos y macrosociales. En el caso concreto de este informe, se proporcionaban elementos de juicio para un debate sobre las consecuencias de la explosión demográfica mundial combinada con el crecimiento exponencial de la demanda energética y el carácter limitado de la producción alimentaria mundial y las reservas de combustibles fósiles. La novedad en estas obras es la forma de exponer los argumentos y de explicarlos de manera que estén al alcance de una persona de cultura media. La claridad en la exposición, la inteligibilidad de la argumentación primaba sobre el discurso esotérico o excesivamente tecnificado. El objetivo no era impugnar el modo de vida occidental en su conjunto y propugnar el carácter maligno de la tecnología, sino proponer alternativas para un desarrollo más cercanos a los valores de esta nueva sociedad, más congruentes con una forma distinta de hacer política más sensible hacia las disfuncionalidades creadas por los desequilibrios interregionales.

Tras la guerra del Yom-Kippur en el año 1973 y la consiguiente crisis energética provocada por la subida espectacular de los precios del petróleo de Oriente Medio, la televisión apareció como una nueva variedad de libro de texto. Efectivamente, nos encontramos con una plétora de series de televisión (principalmente en los Estados Unidos) que estimulaban el llamado *síndrome del Juicio Final*. Estos programas fomentaban una visión pesimista y oscura del desarrollo científico y tecnológico en los peores momentos de la *guerra fría*, aunque a su vez servían como un notable medio de alfabetización tecnológica para una gran parte de la población. Quizá podríamos hablar de estos programas como antecedentes de los primeros cursos de CTS.

La llamada *revolución verde*, con su cañón cargado de esperanza para alimentar al Tercer Mundo a través de *semillas milagrosos* granos de arroz y trigo, el debilitamiento de la capa de ozono, el tratamiento de los residuos nucleares y el riesgo de las centrales después de Chernobil, la polémica sobre el efecto invernadero y el cambio climático del planeta, las alternativas energéticas, los problemas éticos derivados de la ingeniería genética y el resto de las biotecnologías. Todos ellos son planteamientos de problemas sociales cuya solución forma parte de la agenda de los científicos. Si efectivamente encontramos soluciones técnicas para estos problemas científico-sociales, habremos encontrado nuevas líneas de interacción entre la sociedad del conocimiento y la aplicación del mismo a través de la ciencia. Pero al menos, como afirma Solomon, al estudiar estos casos en el contexto de la

escuela tendremos una forma atractiva y sugerente de enseñar los conceptos tradicionales de la ciencia a través de sus aplicaciones más actuales. (1994:5-7)

El carácter social de la ciencia: la ciencia como bien público en la sociedad del conocimiento

Por otro lado, al ser el conocimiento científico un bien público, parece evidente que, al menos en principio, todos los grupos sociales pueden beneficiarse de la misma. En la práctica, las cosas cambian, ya que en muchas ocasiones la ciencia tiende a desarrollarse en ciertas direcciones que resultan de mayor utilidad -- y ello de forma selectiva -- a grupos sociales destacados por su poder, riqueza o prestigio. Son dichos grupos que controlan la financiación de la investigación científica los que a través de la historia occidental han definido los problemas científicos relevantes, aquellos a los que se debía prestar una especial atención de términos de inversiones financieras y esfuerzo investigador. No estamos hablando de un fenómeno exclusivo del tránsito de la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento, sino de una constante histórica verificable en cualquier época y lugar. A una sociedad aristocrática seguía un concepto aristocrático de la ciencia y de la educación científica. En una sociedad democrática, también la forma de hacer ciencia, su control social y el proceso educativo y de formación de investigadores -- es decir, la adquisición de las credenciales para ser considerado como científico - se impregnan de los valores sociales que la caracterizan.

Por ejemplo, en el caso de un descubrimiento importante que puede tener múltiples aplicaciones potenciales, solamente aquellas que consiguen el apoyo explícito de las fuerzas en juego pasarán a la fase de investigación y desarrollo y serán definitivamente puestas en práctica. Es decir, demostrar la relevancia de una aplicación de un descubrimiento científico o de una innovación tecnológica no es suficiente para garantizar su puesta en práctica, pues debe tenerse en cuenta el contexto social en el que se desarrolla el proceso, la relación de fuerzas sociales que intervienen en la dirección de la ciencia y las necesidades y deseos percibidos del resto de los actores sociales.

Esta aplicación selectiva de los resultados científicos desemboca en un desarrollo desequilibrado - es decir, más favorecedor de los intereses de unos grupos que de otros -

de la propia ciencia. Sin embargo, la pregunta correcta no se refiere a si la ciencia sirve exclusivamente a los grupos sociales privilegiados o dominantes. Es evidente que a lo largo de la historia ha habido multitud de teorías científicas, aplicaciones tecnológicas, descubrimientos e innovaciones que han favorecido a la humanidad en su conjunto. Incluso, podríamos decir que en ciertos casos han beneficiado en mayor medida a las clases no favorecidas, o que han ayudado a ampliar o modificar sustancialmente el reparto de poder en la sociedad, dando entrada a nuevos actores en el proceso de toma de decisiones en la sociedad. Un ejemplo paradigmático fue el desarrollo de la microinformática personal. Las grandes compañías informáticas de la época no querían ver ni en pintura un ordenador personal, pues su gran negocio consistía en producir mainframes, grandes ordenadores de elevado precio y prestaciones sólo al alcance de instituciones y empresas. La aparición de la microinformática supuso una democratización del acceso a la información, y trajo consigo todo un movimiento democratizador dentro de las empresas al permitir un tratamiento distribuido y no centralizado de las tareas y un acceso mucho más amplio a información de base para la toma de decisiones. Los dinosaurios de la informática eran ordenadores que se alquilaban, y los propios fabricantes proporcionaban en muchos casos los equipos de programadores y analistas. Los contratos especificaban la sustitución periódica de las máquinas por otras de mayor potencia, con lo que se hacía necesario modificar continuamente las aplicaciones de los clientes. Como consecuencia, los fabricantes de ordenadores acumulaban un enorme control sobre los datos de la empresa. La informática personal ha proporcionado a los usuarios una autonomía mucho mayor, y el concepto de compatibilidad ascendente hace innecesaria la intervención directa del fabricante en la actualización de equipos y aplicaciones.

La cuestión feminista en CTS: ¿discriminación en la educación científica?

Uno de los temas que están comenzando a ser seriamente considerados como elementos de una nueva ecología del conocimiento es la , y que está despertando un gran interés en las últimas décadas en el terreno de los estudios sociales de ciencia y tecnología, es el papel de la mujer en la ciencia, en la educación científica y la identificación de valores sesgadamente masculinos como principios fundamentales de la ciencia occidental

contemporánea.

Estas tres cuestiones tendrán su relevancia a la hora de organizar los currículos docentes, pues la igualdad de género aparece como un valor transversal fundamental en la educación. Como tal, debe aparecer de forma explícita o implícita (*currículum oculto*), adaptándose a las peculiaridades de cada entorno cultural en el que se inserta la comunidad educativa, de manera que haga mayor hincapié en los aspectos concretos de discriminación sexual que se manifiesten localmente. Ya han pasado en gran medida, afortunadamente, los tiempos en que se hacía una clara distinción entre la educación que debían recibir niños y niñas, al considerar que unos y otras estaban destinados a jugar roles sociales perfectamente diferenciados. La ciencia, considerada como empresa altamente abstracta, se reservaba como tarea propiamente masculina, asignando a la mujer puestos puramente secundarios, más adecuados a su naturaleza supuestamente "menos proclive a la concentración y al pensamiento elevado". Los estudios feministas sobre la ciencia en desde los años setenta intentan demostrar que este fenómeno de división del trabajo intelectual no es una consecuencia accidental del modelo de ciencia y la organización social de la misma, sino una consecuencia inevitable de la existencia de factores discriminatorios en la propia estructura de la ciencia. Todo ello tiene una relevancia muy particular en el terreno de la materia CTS, ya que uno de sus objetivos fundamentales es aportar una comprensión notable del papel que la ciencia y la tecnología juegan en nuestras vidas, creando una conciencia y, a la vez voluntad y capacidad, para intervenir como ciudadanos en la construcción de nuestro propio futuro a través del debate continuo sobre la elección de tecnologías y modelos sociotécnicos adecuados y compatibles con una sociedad democrática, abierta y socialmente igualitaria.

El problema de la diferencia de rendimiento en asignaturas de corte científico se ha aceptado durante décadas como una cuestión de hecho. En muchos países del mundo se han llevado a cabo estudios estadísticos que demuestran que las alumnas obtienen calificaciones inferiores a los alumnos en exámenes de asignaturas de ciencia (por ejemplo, Comber y Keeves, 1993; Erickson y Erickson, 1984; Johnson y Murphy, 1986) En el mundo anglosajón el problema del género en la educación científica ha cobrado una gran importancia al destacar la limitación de las oportunidades de desarrollo personal que supone este menor aprovechamiento: "... Este es por tanto el problema intelectual: ¿por qué las

chicas tienen, con respecto a los chicos, menor rendimiento en ciencia?... Las chicas que sacan nota tienen una mayor elección que aquellas que suspenden. por tanto, las feministas buscan cómo reducir el fracaso escolar" (Kelly, 1981:13). Debe quedar claro que los resultados obtenidos a este respecto muestran una gran consistencia y no son sospechosos de estar sesgados por cualquier tipo de prejuicio. Hay, pues, un hecho que se debe estudiar más a fondo para encontrar su causa y, en la medida de lo posible, intentar subsanar dicho desequilibrio.

La primera explicación fue la del *modelo de déficit*, que basada la existencia de la diferencia en el rendimiento científico de hombres y mujeres en factores psicofisiológicos. Ya en el siglo XIX se acudía a factores tan peregrinos como la forma o el tamaño del cráneo o la función biológica de la mujer como explicación plausible. A mediados del siglo XX, los tests de inteligencia mostraban supuestamente una desventaja de las mujeres en habilidad espacial, lo que ha sido posteriormente refutado por Macoby y Jacklin (1975) y Harding (1983). En los últimos años se ha intentado explicar este fenómeno acudiendo a modelos de corte culturalista, destacando la construcción social de los roles masculino y femenino a través de las prácticas de educación y socialización. Por ejemplo, los estereotipos sociales de juegos propios de niños o niñas, las ilustraciones de los libros de texto o las historias de héroes y modelos sociales, habitualmente encarnados por hombres, etc. Sin embargo, después de emprender iniciativas conducentes a una feminización de la ciencia tales como ilustrar los libros de texto con figuras femeninas, incluir historias de pioneras en este campo, invitar científicas en activo a contar en el aula sus experiencias, etc., las actitudes de alumnos y alumnas no variaron significativamente.

En definitiva, lo que aparecía como un hecho incontrovertible era un menor aprovechamiento de las materias científicas por parte de las alumnas, acompañado de una posición actitudinal caracterizada por un menor interés hacia los problemas de ciencia y tecnología. Sin embargo, lo que puede aparecer *prima facie* como una carencia puede convertirse en una ventaja a la hora de planificar la impartición de un curso de CTS.

Una serie de estudios elaborados en la década de los ochenta descubrieron que las mujeres mostraban un particular interés hacia temas de ciencia aplicada y cuestiones sociales relacionadas con la ciencia (Harding, 1983; Smail, 1984). De manera análoga comenzó a cuestionarse el origen del mayor interés de los alumnos hacia cuestiones más

abstractas. En lugar de ser consecuencia de un interés genuino e intrínseco por la ciencia, Head (1985) demostró que en muchos casos tal vocación se debía a una falta de madurez. En efecto, el mecanismo racionalista científico ofrecía una vía para tratar un problema más acorde con modos de actuar más autoritarios y masculinos, más proclives a aportar una respuesta simplista en términos de *sí o no*. Mientras que ellos preferían dejar al margen cuestiones emocionales para concentrarse en los aspectos más técnicos, ellas mostraban mayor motivación hacia el tratamiento de problemas relacionados con el ser humano y con temas sociales controvertidos. Esta tendencia se puso claramente de manifiesto en el estudio de Murphy (1990) sobre los exámenes de preguntas de elección múltiple, en el que las chicas mostraban una tendencia mucho más definida a tener en cuenta factores de incertidumbre y a tomar en consideración las distintas posiciones frente a un mismo problema. A menudo se mostraban mucho más reacias que sus compañeros a dar una respuesta breve y definida positiva o negativa.

¿Cuál es la relevancia de esta diferenciación más de actitud que de capacidad para diseñar nuestras estrategias de aula? La respuesta es sencilla, y tiene como única condición previa romper los moldes tradicionales en los que habitualmente se ha encapsulado la enseñanza de las ciencias para dar lugar a un enfoque más integrado que atienda a las necesidades del alumnado en general. Entre estas necesidades destaca la de considerar los problemas técnicos dentro del contexto social en el que se sitúan en la vida real. A la luz de estos estudios resulta difícil mantener el *modelo de déficit* como explicación correcta de la diferencia genérica en aprovechamiento de las materias científicas en la escuela. No sólo las alumnas no poseen una menor capacidad para el tratamiento de estas cuestiones, sino que su propio grado de madurez exige una presentación más integradora, compleja y matizada de los problemas dentro de un contexto que permita la introducción de toda una serie de elementos de corte intuitivo, emotivo, valorativo, personal, etc., que permitan acceder a soluciones más satisfactorias.

Una prueba de lo dicho se encuentra en el artículo de J. Head y J. Ramsden titulado "Gender, psychological type and Science" (*Género, tipo psicológico y ciencia*) (1990), en el que destacan que las relaciones hasta ahora establecidas entre género, temas científicos y rendimiento escolar caían por su propio peso cuando "los temas de física se contextualizaban de forma que mostraran la importancia social y aplicada del trabajo" (p.

119). Además comprobaron otro efecto añadido: no sólo aumentaba muy significativamente el rendimiento femenino, sino que una parte de la población estudiantil perteneciente a un tipo psicológico nada motivado por asuntos de ciencia se veía ahora atraído por un enfoque social de los temas científicos y técnicos.

Como en otros muchos aspectos, la diferencia puede jugar a nuestro favor en lugar de ser un elemento a eliminar en aras de una cómoda y supuestamente *deseable* homogeneización del cuerpo estudiantil. Si realmente hubiera discapacidad en el alumnado femenino a la hora de tratar temas de ciencia y tecnología, se podría hablar de la conveniencia de una segregación en los programas para adecuarlos a dos niveles diferentes. Nada de esto parece necesario. Tal solución, aparte de innecesaria e injusta, supondría una rendición de los principios de CTS, que intentan proporcionar a los estudiantes sin distinción alguna de sexo una educación con la que puedan enfrentarse a problemas de la sociedad en su conjunto, aprendiendo a proponer estrategias sociales construidas sobre la comprensión de una gran variedad de opiniones y posiciones morales.

La conclusión a la cuestión aquí tratada está clara: el modelo de déficit no explica satisfactoriamente el papel de la mujer en la ciencia, ni tampoco su rendimiento en la educación científica. Los temas sociales relacionados con la ciencia y la tecnología no son en ningún caso más accesibles para ellos que para ellas, ni ninguno de los dos grupos muestran una predisposición especial. Solamente cuando los aspectos sociales -- y humanos, en general -- se desgajan de una consideración integradora de los problemas es cuando se aprecia una pérdida de interés y rendimiento por parte de ellas. Como hemos visto, tal pérdida de interés se debe en mayor medida a una motivación más madura y humanista, y no a una supuesta falta de capacidad intelectual o de concentración. Además, la integración de estos aspectos sociales en los problemas a estudiar promueve en alumnos y alumnas una serie de actitudes y procedimientos que posteriormente podrán llevar a la práctica en su vida cotidiana, algo hacia lo cual los estudios de CTS están fuertemente comprometidos. (Solomon, 1994:141-154). Por lo tanto, no hay razones objetivas para que la sociedad del conocimiento reproduzca los esquemas de discriminación por razones de género que han caracterizado frecuentemente a muchos modelos de sociedad industrial o pre-industrial.

Los estudios de género en la sociedad del conocimiento

Otro aspecto interesante de la teoría feminista de la ciencia nos da una visión hasta ahora inédita del quehacer científico, marca una evolución en la forma de pensar acerca de la ciencia y del conocimiento en general. No me refiero aquí a un feminismo político o puramente ideológico, sino a una corriente de pensamiento denominada *Gender studies* (*estudios de género*) que se encuadra dentro de los estudios sociales de ciencia y tecnología y goza de notable predicamento dentro de la comunidad científica-social. Esta corriente ha generado figuras como Rita Arditti, Jane Flax, Donna Haraway, Sandra Harding, Evelyn Fox Keller, Hilary Rose, Dorothy Smith y Adrienne Zimmerman.

En su formulación más radical, la teoría feminista de la ciencia afirma que las epistemologías, metafísicas, éticas y políticas de las formas actuales de la ciencia occidental son androcéntricas y falocráticas, y se apoyan mutuamente. Androcéntricas en tanto que se centran en lo masculino como patrón de lo humano, y falocráticas en tanto que buscan más el poder que la comprensión, la capacidad de transformar y controlar antes que un entender integrador que no consagre la clásica separación entre sujeto y objeto entre el hombre y el resto de la realidad. Que, a pesar de la profunda fe que Occidente profesa por la neutralidad de la ciencia y el progreso intrínsecamente asociado a la misma, la ciencia está al servicio de tendencias sociales regresivas. Además, la estructura social de la ciencia, muchas de sus aplicaciones y tecnologías, sus modos de definir los problemas de investigación y de diseñar sus experimentos y sus formas de construir significados no son solamente sexistas sino también racistas, clasistas y culturalmente coercitivos. En su análisis de la forma en que el simbolismo de los géneros, la construcción de la identidad según el género y la división social del trabajo según el mismo criterio, han afectado a la historia y la filosofía de la ciencia, las pensadoras feministas más radicales han sacudido los cimientos del orden social e intelectual (Harding, 1986:9).

Se ha producido en este terreno una transición desde posiciones más contemporizadoras - análisis que intentaban mejorar la ciencia mediante el estudio de la situación de la mujer en la misma - hacia otras más radicales, en las que se plantea fundamentalmente la posibilidad de una transformación de los cimientos de la ciencia y de la sociedad en ella basada, construyendo una ciencia emancipatoria desligada de su carácter

burgués, masculino y sesgadamente occidental.

Esta pregunta radical acerca del carácter de los propios fundamentos de la ciencia tal y como se practica hoy en día no significa una enmienda a la totalidad de la misma. Se busca el final de un modo de pensar en el sistemáticamente se han levantado barreras que han dificultado la participación de la mujer en el proceso de definición de la cultura científica, y en el que el género femenino se ha concebido habitualmente como *el otro*, como el referente frente al cual el hombre dominador ha podido definir sus proyectos. Un ejemplo claro de ello está en el tema de las tecnologías reproductivas -- incluyendo las antirreproductivas. Se podría argumentar que la inmensa mayoría de los métodos anticonceptivos invasivos u hormonales - es decir, aquellos que suponen su implantación dentro del cuerpo o que producen una alteración fisiológica notable, como es el caso de los anticonceptivos hormonales -, se aplican a las mujeres no por razones puramente científicas, - por ejemplo, que el cuerpo de la mujer sea más dúctil a la manipulación para tales fines -, sino porque la gran mayoría de los científicos que han desarrollado dichos métodos son varones, y por tanto es mejor experimentar con el cuerpo de las mujeres y dejar que sean ellas las que carguen con las consecuencias a medio y largo plazo de dichas técnicas.

Sólo en los últimos tiempos, en consonancia con el cambio de mentalidad y la mayor sensibilización de todos los sectores de la sociedad -- incluyendo el estamento científico -- se comienza a experimentar con la llamada píldora masculina, un método que a través de una inyección intravenosa periódica anula la movilidad de los espermatozoides evitando así la posibilidad de embarazos no deseados. Habría que analizar con profundidad si tal retraso con respecto al desarrollo de la píldora femenina se ha debido a factores puramente técnicos, y no a la voluntad de preservar a toda costa la integridad del cuerpo masculino. Estos temas pueden ser motivo de polémica en el aula, pero es algo inevitable. En la prensa diaria encontramos continuamente noticias sobre nuevos avances en este sentido, y la polémica sobre aspectos éticos de las tecnologías reproductivas (clonación, úteros de alquiler, bancos de semen, niños de probeta, fecundación con espermatozoides congelados de un cónyuge después de su fallecimiento, etc.) inunda los telediarios y los medios de comunicación en general. Por lo tanto, sería estar de espaldas a la realidad no tener en cuenta estos asuntos en los que la intersección entre tecnologías de la vida, ciencia médica y valores sociales es tan problemática.

Como argumenta Sandra Harding, la cuestión no es tirar al niño por el desagüe con el agua del baño. Lo que la teoría feminista de la ciencia pretende no es la desaparición de la investigación sistemática y pautada que la ciencia representa, pues no podemos renunciar al intento de describir y explicar las regularidades, las causas subyacentes y los significados del mundo natural y social aportados por la ciencia solo por el hecho de tener como centro al elemento masculino. De la misma forma, tampoco podemos negarnos a hablar o a escribir por el hecho de que el lenguaje es también androcéntrico. Por supuesto, se piensa que la eliminación de este carácter sesgado de nuestra ciencia requerirá una serie de transformaciones en los significados y prácticas culturales de tal investigación. (Harding, 1986:9-10). El objetivo es ayudar a hacer avanzar a la ciencia en la senda de una mayor humanización, a través de la eliminación de prejuicios arraigados y de su puesta al servicio de intereses socialmente definidos.

Por supuesto, también dentro del movimiento feminista en ciencia podemos distinguir diferentes niveles de radicalidad. En otros casos no se emprende un ataque tan revolucionario al concepto vigente de ciencia, sino que se pretende la sustitución de un principio rígido de racionalidad cartesiana por un concepto de *racionalidad social y medioambientalmente responsable* que podría fomentar el desarrollo de disciplinas como la *biología no violenta* que propone J.B.S. Haldane, basada en un respeto hacia el resto de especies y que no emplea cruel e indiscriminadamente animales como sujetos experimentales sometidos a la vivisección y otras prácticas poco respetuosas con su carácter de seres vivos. (Rose, 1994:156)

Otros datos apoyan la necesidad de tal empresa. Por ejemplo, hasta hace muy poco en las ciencias biomédicas se ha estudiado el cuerpo del varón como abstracción del cuerpo humano, y la consideración de muchas enfermedades no ha tenido en cuenta las diferencias fisiológicas entre hombre y mujeres. Se habla así de las enfermedades cardiovasculares, y se tiene al corazón del hombre como patrón de estudio y modelo estadístico. Sin embargo, los especialistas saben que los patrones de morbilidad y mortandad en la mujer difieren notablemente de los del varón, y sólo recientemente -- con reservas, y gracias a presiones llevadas a cabo por sectores afectados -- se ha comenzado a aceptar como problema de investigación médica la incidencia de enfermedades cardiovasculares en la mujer. (Rose, 1994:157)

Una de las dificultades que uno se encuentra a la hora de intentar humanizar y transformar algunos de los principios de la ciencia estriba en que ésta suele presentarse a sí misma -- ya he incidido anteriormente sobre el tema -- como neutral, independiente, ajena a cualquier tipo de valor partidista y libre de toda carga ideológica. La refutación de esta supuesta neutralidad ha venido desde dos frentes. Por un lado, desde el activismo social representado por el movimiento de ciencia radical de los años sesenta y setenta y más recientemente por los movimientos feministas y ecologistas. Por otro, desde el propio entorno académico, sobre todo con la publicación del famoso libro de T. S. Kuhn *La estructura de las revoluciones científicas* en 1970, obra en la que se quiebra el paradigma mertoniano vigente durante décadas, un paradigma que considera a la ciencia como una empresa idílica más allá de todos avatares propios de la vida social, e introduce un análisis del avance de la ciencia no basado en el progreso y en la simple acumulación de conocimientos, sino en la lucha de teorías rivales entre sí cuya aceptación o rechazo depende fundamentalmente de factores sociales, históricos y políticos. A partir de aquí, el llamado *giro epistemológico* y la aparición de una serie de corrientes derivadas de la sociología del conocimiento científico produjeron un cambio radical en la visión de la ciencia, quizá comparable a la revolución que el pensamiento de Galileo supuso para la concepción aún por aquel entonces medievalista de la ciencia.

El paradigma mertoniano dominó la sociología de la ciencia desde los años treinta hasta mediados de la década de los setenta. Según Merton, la ciencia tenía un carácter muy peculiar dentro del conjunto de las instituciones sociales, y la definió a partir de un conjunto de imperativos morales específicos. Este conjunto de imperativos recibió el nombre de *ethos de la ciencia*, y estaba formado por las *normas morales* de universalismo, comunismo, desinterés y escepticismo organizado. Estas normas que destacaban la pureza de la ciencia tenían la función de levantar una defensa ideológica que protegiera a la misma de la incursión de intereses externos que pudieran moldearla como práctica social. Con este análisis Merton desplazó el foco de interés: de las condiciones externas (fuerzas sociales) que condicionan su desarrollo, al análisis de la estructura interna (fuerzas inmanentes) de la ciencia.

Merton acaba elaborando un modelo funcional de estratificación que explica cómo trabaja la ciencia. Su orden de estratificación interna aparece como un mecanismo que

refleja con relativamente poca distorsión la distribución de talentos y méritos entre los científicos, y que resulta por tanto funcional para el desarrollo de la ciencia moderna. Su paradigma, sin embargo, no considera cómo los procesos sociales influyen sobre el desarrollo de enunciados de conocimiento o afirmaciones de contenido científico, y estudia los aspectos institucional y estratificados de la ciencia sin referencia al contenido cognitivo de la misma.

Desde su paradigma no es posible emprender una explicación sociológica de la ciencia como corpus de conocimiento. Mulkay (1979) impugna el modelo normativo de la ciencia de Merton basado en el desinterés, el escepticismo organizado, el comunismo y el universalismo, calificándolo de idealista, por varias razones. Primero, hay una diferencia entre lo que los científicos dicen que hacen y lo que realmente hacen. Segundo, no hay evidencia de que los científicos hagan uso del llamado *ethos de la ciencia*. Tercero, los principios morales que forman dicho *ethos* no son únicos de la ciencia, y reciben diferentes interpretaciones por parte de las comunidades que los utilizan.

El constructivismo social también ayuda a superar el elitismo y el conservadurismo que están presentes en el paradigma mertoniano, y la posición de privilegio epistemológico de la ciencia y la tecnología a la hora de definir metáforas y modelos para comprender la realidad frente a otras formas de conocimiento alternativas. Restivo afirma que Merton presenta de forma acrítica a la ciencia moderna como el modelo definitivo de indagación de la realidad, y cierra las puertas a nuevas concepciones alternativas de investigación. Merton no reconoce la necesidad de desarrollar un estudio social de la ciencia crítico y autocrítico, ya que su trabajo se orienta fundamentalmente a destacar la viabilidad de la ciencia tal y como es hoy en día (*Science as it is*):

La ciencia se defiende así de los cargos de falta de justicia o insuficiencia... cualquier tipo de injusticia en lo individual se compensa por los logros que la ciencia en el ámbito global obtiene al mantener la investigación bien organizada en torno a fines claramente definidos.

Con esta filosofía se intenta justificar el supuesto carácter monolítico de la ciencia, de forma que tengamos que quedarnos con todo el paquete si no queremos perder su notable

contribución a la sociedad. Evidentemente, el espíritu de los tiempos se opone a tal recurso, pues no parece que uno tenga que renunciar a las máquinas de cobaltoterapia por el hecho de oponerse a las realizaciones de las pruebas nucleares del presidente Chirac en la Polinesia Francesa. No puede haber juicios globales hacia la ciencia y la tecnología, por el simple hecho de que el grado mayor o menor de flexibilidad interpretativa siempre presente en un hecho técnico permite la búsqueda de alternativas y la realimentación constructiva en función de su mayor o menor adecuación a fines socialmente definidos. (Bustamante, 1993)

CTS y el movimiento de *ciencia radical*

El movimiento de *ciencia radical*, que floreció durante el final de los sesenta y la década de los setenta, criticó con dureza lo que consideraba como formas de conocimiento propias de una ciencia capitalista e imperialista que desembocaba en un sistema de dominación. Su crítica se centraba en la denuncia de las consecuencias alienantes de la división del proceso productivo entre actividades manuales e mentales, pero ahí detenía el análisis, pues no tomaba en consideración la división entre un trabajo no pagado destinado al consumo -- el trabajo casero de la mujer -- y otro remunerado y destinado a una economía de intercambio a través del mercado, propio del hombre. Esta división entre tareas productivas (manuales e intelectuales) y reproductivas (afectivas) afianzó la separación de mano, cabeza y corazón, dando primacía a la segunda e instaurando así un nuevo tipo de racionalidad. Alvin Toffler desarrolla este asunto en la *Tercera Ola*, mostrando cómo esta división del trabajo en la que se asignan a la mujer las tareas relacionadas con el cuidado de los demás miembros de la familia y se reserva al varón el trabajo que se concretiza en forma de mercancía, tiene una repercusión enorme sobre las formas de organización social y la distribución de los roles de cada sexo dentro de la sociedad industrial. Al poner en tela de juicio estas categorías se favorecería la irrupción del elemento femenino en el esquema de conocimiento y el equilibrio entre los distintos tipos de racionalidad, lo que debería producir una evolución hacia un conocimiento científico y una tecnología que permitirían a la humanidad poder tratar de forma no violenta a la naturaleza, incluyendo la naturaleza humana. (Rose, 1994:157)

Hilary Rose resume la ideología que subyace a este análisis de la ciencia y la

tecnología contemporáneas que no podemos pasar por alto, ya que ofrece una perspectiva no explorada anteriormente y, sobre todo, no es la visión basada en un culturalismo propio de una minoría, sino que corresponde a la propuesta de una alternativa para canalizar las expectativas y los intereses de algo más del cincuenta por ciento de la población mundial. En palabras suyas, la ciencia y la tecnología representan poderes formidables y opresivos, tanto material como ideológicamente, que se manifiestan en logros como la ideología eugenésica que subyace al Proyecto genoma Humano, la contaminación radiactiva de Chernobil o el poder genocida del sofisticado armamento utilizado en la Guerra del Golfo o en la actual guerra de Afganistán. El argumento que esgrime no considera estos ejemplos como consecuencias accidentales de un abuso o de un uso poco afortunado de la ciencia, sino como consecuencias directas de la localización de la ciencia y la tecnología en el entramado social. Todo ello requiere con urgencia la evolución hacia una ciencia y una tecnología no opresivas, que no promuevan tan sólo una erudición orientada al control, al dominio y no al conocimiento profundo de la realidad. Mientras que algunos sectores del movimiento ecologista han propuesto el término *ecología profunda* como paradigma de transformación de la ciencia desde un conocimiento de dominación a otro de cooperación, Rose pone más énfasis en la existencia de conexiones esenciales entre la construcción de la ciencia y la construcción del sentido de lo masculino en Occidente que impiden tan deseada transformación, y ve al pensamiento feminista en sus distintas versiones como una fuerza clave que debe interactuar con otros movimientos intelectuales y sociales para producir una transformación en este sentido de la ciencia;

Mientras el pensamiento socialista y crítico de los años setenta exploró la división mental y manual del trabajo y sus implicaciones en un conocimiento alienado en la producción, durante los ochenta el feminismo apuntó a una tercera y oculta división de las tareas de cuidado en la reproducción alienada de los seres humanos. En los noventa, las feministas hablan de *pensar desde las vidas de las mujeres*. El hecho de traer este pensamiento hasta el momento excluido a la educación sobre el mundo natural es un elemento crítico para un programa transformador en Ciencia, Tecnología y Sociedad. Construir esta educación a partir de las prácticas de la mano, el cerebro y el corazón ofrece, tanto conceptual como prácticamente, un trato más digno con los mundos natural y social. (Rose, 1994:165-6)

En este apartado final he intentado dar una visión panorámica de lo que la teoría

feminista de la ciencia puede aportar a la educación en CTS en el contexto del tránsito a una sociedad que basa su principal riqueza en el conocimiento. Unidas ambas por el interés común de alcanzar una ciencia y una tecnología menos excluyentes, más orientadas a la consecución de fines que beneficien a la sociedad en su conjunto, hay razones para sostener que el enriquecimiento puede ser mutuo. No quiere ello decir que el autor suscriba totalmente los puntos de vista de una teoría feminista de la ciencia, pues la ley del péndulo afirma que en ocasiones se compensa el exceso con un exceso de signo contrario. No debe identificarse pues a la teoría feminista de la ciencia con una concepción omnicomprensiva de la realidad, sino con un intento localizado en el tiempo y en el espacio por mejorar o transformar la ciencia mediante la explicitación de sesgos de corte sexual que subyacen a los propios principios fundamentales de la ciencia, entendida como comunidad de practicantes y como corpus de conocimiento. Su utilidad también se manifiesta en aportar una explicación a la diferencia de rendimiento de las alumnas con respecto a los alumnos en materias científicas, invitando a los profesores a un tratamiento de los problemas en estas materias dentro de su contexto, analizando sus repercusiones, señalando sus aplicaciones y su relevancia social y, sobre todo, destacando el carácter social que la ciencia, como toda empresa humana, posee como algo esencial e inevitable. Probablemente la superación de los esquemas discriminatorios y esta consideración holística e integradora de la ciencia, la tecnología y la sociedad sea uno de los rasgos que definirán la educación en una verdadera sociedad del conocimiento.



Referencias — Referencias Bibliográficas - References

BUSTAMANTE, J. (1993). *Sociedad Informatizada, ¿sociedad deshumanizada?* Madrid: Gaia ediciones, colección Nueva Ciencia.

BUSTAMANTE, J. (1997). A integração de Ciência, Tecnologia e Sociedade: O grande desafio da educação no século XXI. *Educação Brasileira*. vol. 19, nº 39, Julho/Dezembro.

BACON, F. (1605). *The advancement of learning*. Londres. Dent & Sons.

COMBER, L. y KEEVES, J., (1973). *Science education in nineteen countries*. Estocolmo: Amquist & Wiksell,.

ERICKSON, G. y ERICKSON, L.. (1984). Females and science achievement: Evidence explanations and implications. *Science Education*, 68(1), pp. 63-89.

HARDING, J., (1983). *Switched-off*: the science education of girls. Londres: Longman.

HARDING, S. (1986). *The science question in feminism*. Ithaca: Cornell University Press.

HEAD, J. (1985). *The personal response to science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.

HEAD, J. y RAMSDEN, J.(1990). Gender, psychological type and gender, *International Journal of Science Education*, vol.12, nº 1, pp. 115-121.

IRANZO, J. M. et al. (eds.). (1994). *Sociología de la ciencia y la tecnología*. Nuevas tendencias. CSIC, Madrid.

JOHNSON, S. y MURPHY, P. (1986). The underachievement of girls in physics: Towards explanations. *European Journal of Science Education*, 8(4), pp. 401-411.

KELLY, A.(1981). *The missing half*: girls in science. Manchester: Manchester University Press.

LÉVY, Pierre. (1993) *As tecnologias da inteligência*. O futuro do pensamento na era da informática. Editora 34. São Paulo.

MACOBY E., y JACKLIN, C. (1975) *The psychology of sex differences*. Londres: John Wiley and Sons.

MURPHY, P. Gender gap in national curriculum. In: *Physics world*. pp. 11-12.

ROSE, H., (1994). The two way street: reforming science education and transforming masculine science. In: SOLOMON, J. y AIKENHEAD, G., *STS Education: international*

perspectives on reform. New York: Teachers College Press.

SMAIL, B. (1984). *Girl-friendly science: Avoiding sex bias in the curriculum*. Londres: Longman.

SKILBECK, M. (1984). *School-based curriculum development*. Londres: Harper.

SOLOMON, J. (1994). Learning STS and judgments in the classroom: Do boys and girls differ?", In: SOLOMON, J. y AIKENHEAD, G., *STS Education: international perspectives on reform*. New York: Teachers College Press.

SOLOMON, J. y AIKENHEAD, G.(1994). *STS Education: international perspectives on reform*. New York: Teachers College Press.

Artigo recebido em 25 de Maio de 2004.

Artigo aprovado em 15 de Junho de 2004.

* Profesor Titular del Departamento de Filosofía del Derecho, Moral y Política II. Univ. Complutense de Madrid

Profesor de la Cátedra Iberoamericana en la *Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)*
Director del Centro-Instituto Iberoamericano de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CICTES)

¹ Este artículo ha sido realizado con financiación del proyecto de investigación "Identidad y comportamiento en la sociedad informatizada: investigación sobre la influencia de la tecnología de la comunicación en la configuración de la praxis", Ministerio de Educación y Cultura. Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento. Proyecto PB 97-0288.

² Las ideas de Libe Villa, investigadora en la universidad de Maastricht, recogidas en este apartado, corresponden a textos aún no publicados. Deseo demostrar mi aprecio y admiración por una de las personas que más han profundizado en el problema de las dimensiones sociales de la tecnología. También muchas de las referencias a una teoría feminista de la ciencia aquí expresadas están en deuda con ella.

