

UN MODELO PARA LA INSTRUMENTACION DIDACTICA DEL ENFOQUE CIENCIA - TECNOLOGIA - SOCIEDAD

NÚRIA SOLSONA PAIRÓ*

Resumen

El artículo analiza desde la perspectiva del modelo cognitivo de ciencia la posibilidad de estructurar los conocimientos presentes en los planteamientos CTS entorno a los modelos teóricos. Asimismo reflexiona sobre los recursos didácticos para la implementación de los proyectos curriculares CTS, como por ejemplo el aprendizaje cooperativo. Finalmente se propone una ampliación de los enfoques CTS a nivel de Enseñanza Secundaria con la inclusión de las relaciones de la ciencia con el conocimiento doméstico que recoge el conjunto de fenómenos con mayor implicación social.

Abstract

This paper analyses the way to structure the basic knowledges in the perspective Science-Technology-Society around the theoretical models. The theoretical framework is the cognitive model of science. The paper includes thoughts about the didactic resources for the implementation of educational STS projects, for instance the cooperative learning. Finally a proposal that supposes an enlargement of the CTS perspective at Secondary School is taken into account. It includes the relationships between scientific knowledge and housekeeping knowledge which one contains a set of phenomena with very important social implications.

* Núria Solsona Pairó, química, Master en Didáctica de las Ciencias Experimentales y Dra. en Ciencias de la Educación por la Universidad Autónoma de Barcelona. Profesora de Física y Química de Enseñanza Secundaria, coordinadora del Proyecto Ciencias 12-16 que se experimenta en 40 centros educativos en Cataluña, coordinadora del Equipo de Ciencias 12-16 y miembro del Grupo de Coeducación del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Autónoma de Barcelona, Profesora de Física y Química. IES Josep Pla. Barcelona.
Doctora en Ciencias de la Educación. Universidad Autónoma de Barcelona. España
Dirección laboral: IES Josep Pla, Vall d'Ordesa, 24. 08031 Barcelona
nsolsona@pie.xtec.es

Los procesos de reforma de los sistemas educativos encaminados a establecer una enseñanza comprensiva para toda la población escolar hasta los 16 años han favorecido la evolución de la enseñanza de las ciencias hacia los planteamientos de Ciencia-Tecnología-Sociedad. Un movimiento que supone un reconocimiento de que el concepto de educación en ciencias debe ampliarse para incluir la reflexión sobre la naturaleza de la ciencia, las relaciones entre la ciencia y la tecnología, y las implicaciones sociales de ambas. Se trata de promover la alfabetización en ciencia y tecnología de toda la ciudadanía para que disponga de criterios para tomar decisiones informadas y llevar a cabo acciones responsables en los problemas relacionados con la ciencia y la tecnología (Caamaño, 1995).

Entre los objetivos básicos de esta orientación del currículum de ciencias se citan el promover el interés del alumnado por conectar la ciencia con las aplicaciones tecnológicas y los fenómenos de la vida cotidiana. También se intenta abordar las implicaciones sociales y éticas del uso de la tecnología y adquirir una comprensión de la naturaleza de la ciencia y el trabajo científico.

1. La naturaleza de la ciencia

La imagen de la ciencia y de la comunidad científica de la mayoría de la población se caracteriza por considerar que la ciencia está desconectada de los problemas reales del mundo, es decir por el desconocimiento de las interacciones mutuas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Este modelo de ciencia combina una visión androcéntrica y mistificada de la ciencia con una fe positivista, es decir una confianza casi ciega en el continuo avance tecnológico obtenido a través de la aplicación del método científico. Este modelo estereotipado de ciencia se refuerza a través de la enseñanza y de la imagen de la misma que transmiten los medios de comunicación.

La ciencia es un producto humano moldeado por las condiciones económicas, sociales y culturales de la sociedad donde se desa-

rrolla y por las condiciones personales de los miembros de la comunidad científica. La ciencia no es un esfuerzo puramente cognitivo, ni un acto impersonal: es una actividad profundamente personal y social y el conocimiento científico se ha construido mediante procesos sociales. Dos ideas fundamentales de la ciencia como la racionalidad y la objetividad han sufrido grandes transformaciones durante el siglo XX. El concepto de racionalidad que antes se entendía como la sistematización de enunciados fundamentados y contrastables, ha sido necesario ampliarlo para dar cabida a los aspectos heurísticos de la actividad científica. La idea de objetividad ha sido cuestionada ya que cualquier observación es intrínsecamente subjetiva y depende de los valores de la persona observadora y de la teoría en que se basa. Estos cambios han hecho evolucionar la ciencia de la “verdad absoluta” que podía explicar todos los fenómenos, de finales del siglo XIX, a la consideración que la ciencia, a finales del siglo XX, es una categoría construida socialmente, un producto humano construido de una forma determinada y con un nivel de rigor.

En cuanto a los métodos de análisis, la ciencia moderna se identifica con la concepción filosófica dualista del universo según la cual todo está bajo el dominio de dos principios originarios, antagónicos y irreductibles entre ellos. Así se razona de acuerdo con unos hábitos dicotómicos entre lo cognitivo y lo afectivo, entre lo masculino y lo femenino que permean la forma de percibir y pensar el mundo, la forma de conceptualizar y de establecer los principios lógicos. La forma de pensamiento etnocéntrica y dicotómica convierte la diferencia en dicotomía (Solsona, 1998b). Además la exclusión de las mujeres de la ciencia y de la tecnología no es sólo el resultado de los procesos de socialización y de los condicionamientos familiares que pesan sobre los hombres y las mujeres, sino que es el resultado del propio desarrollo de la ciencia y de la forma en que el conocimiento científico se presenta a la sociedad (Solsona y Alemany, 1996).

Desde una perspectiva didáctica del aprendizaje científico es de mucho interés considerar las relaciones entre la ciencia y otras formas de conocimiento cotidiano. Si en lugar de considerar el cono-

cimiento científico como la representación más válida desde el punto de vista del aprendizaje, se le concede un status relativo en relación a otros tipos de saber, las relaciones entre las representaciones cotidianas y las representaciones científicas ganan importancia (Solsona, 1997a).

Habitualmente se cree que la ciencia consiste en buscar leyes que sean generalizaciones universales. Giere (1988) plantea que si estas leyes pretenden ser generalizaciones universales se encuentran entre la falsedad y la vacuidad, ya que o no son informativas o tienen demasiadas excepciones. Por ello, no pueden ser consideradas como una teoría de la ciencia. No podemos suministrar verdaderas explicaciones de la ciencia en tanto que se trata de una actividad humana. En el mejor de los casos, las leyes describen ciertos fenómenos empíricos.

La reflexión desde las corrientes críticas de la filosofía de la ciencia ha acabado con el modelo empírico de ciencia. Hoy está claro que la metodología científica no consiste en seleccionar hechos, buscar regularidades y establecer teorías, sino que se considera que entre el conocimiento observacional y el conocimiento teórico existe una relación tan estrecha que es difícil de separar.

2. Un enfoque desde las ciencias cognitivas

Hoy, uno de los recursos potencialmente más poderosos para estudiar cualquier actividad cognitiva es el conglomerado de disciplinas que de manera laxa se agrupan bajo el nombre de ciencia cognitiva, un nuevo campo de investigación de considerable interés en los estudios de didáctica. Se trata de trabajar con una perspectiva amplia de lo que se considera ciencia cognitiva (Giere, 1988; Thagard, 1992a).

La idea central de las ciencias cognitivas es que las personas nos hacemos representaciones internas o mentales de nuestro entorno

mediante un procesamiento o una interpretación interna considerable. Es decir, la mente no es un espejo de la naturaleza. El modelo cognitivo de ciencia es un marco teórico de trabajo adecuado para los enfoques Ciencia-Tecnología-Sociedad en la medida que permite dar importancia al significado de las teorías científicas sobre el mundo, más que a la formalización matemática que las ciencias tienen en un enfoque más tradicional. Además propone trabajar en una perspectiva de realismo pragmático, no ingenuo, es decir que acepta que los hechos del mundo se reconstruyen en el marco de las teorías científicas para convertirlos en hechos científicos.

Desde las ciencias cognitivas, se propone que el conocimiento científico se construye mediante el establecimiento de una relación de similitud entre el hecho que se quiere explicar y el modelo teórico que lo interpreta, de manera que llegan a contenerse mutuamente y forman una teoría (Giere, 1988; Izquierdo, 1996). Dado que el alumnado tiene acceso a un número de hechos o fenómenos más reducido de los que intentan explicar las teorías científicas, los modelos teóricos serán simples al inicio del aprendizaje y se harán más complejos a medida que se conozcan más hechos que explicar. Se trata de superar las explicaciones adecuadas sólo para un pequeño número de fenómenos. Los modelos teóricos permiten al alumnado explicar los fenómenos y razonar a partir de los experimentos y pueden evolucionar a lo largo de la escolarización. En un primer momento, el alumnado construye en clase un modelo teórico de los fenómenos que estudia de acuerdo con sus posibilidades. Durante el proceso de aprendizaje, estos modelos deberían ir acercándose a los modelos teóricos de la ciencia. Por lo tanto, durante el aprendizaje es necesario aceptar la existencia de modelos teóricos propios del alumnado que construye de manera provisional, a pesar de que no coincidan totalmente con los modelos científicos. (Solsona *et al.*, 1999). Los modelos teóricos no se caracterizan por tener un núcleo axiomático o formulado matemáticamente como tienen muchas teorías.

En el contexto de las ciencias cognitivas, las teorías son representaciones mentales y por lo tanto, desde esta perspectiva, en la ense-

ñanza tienen más importancia la construcción y el desarrollo de modelos que permitan dar explicación a un conjunto de fenómenos que la enseñanza de las teorías tradicionales que forman parte del núcleo duro de la ciencia. El modelo cognitivo de ciencia está más cerca de los hechos que quiere explicar. En esto coincide con el planteamiento de los enfoques de aprendizaje de las ciencias desde el contexto Ciencia-Tecnología-Sociedad.

En el currículum escolar, los modelos teóricos presentes deben ser pocos para que cumplan la función integradora de la explicación de los distintos hechos del mundo que se estudian. El alumnado para formarse una opinión sobre los problemas prácticos de la vida cotidiana y social y para comprender el mundo físico y tecnológico que le rodea dispone de una serie de conceptos disciplinares agrupados en torno a los modelos teóricos que refuerzan la perspectiva interdisciplinar de los contenidos CTS. Por ejemplo, el modelo teórico de cambio químico puede ser útil para comprender tanto los cambios químicos que se producen en la cocina, como los que se producen en el cuerpo humano y los de importancia ambiental.

El sueño de poder establecer una “Ciencia primera”, un esquema que asegurara la racionalidad del método científico y la certeza de los resultados científicos es cada día más lejano y esto debería influir en la necesidad de construir una visión realista y modesta de las ciencias durante el aprendizaje. A pesar de que no existe un corpus de conocimientos tecnocientíficos que todo el mundo deba aprender, la introducción de contenidos CTS choca con la inercia existente para la reconsideración de los contenidos científicos que tradicionalmente se han venido enseñando, los cuales son considerados muchas veces imperturbablemente válidos y adecuados para todo el alumnado y etapas educativas (Caamaño, 1995). Sin embargo, el problema de qué enseñar no está resuelto del todo, ya que los criterios que se utilizan en la selección de contenidos de los currícula tienen una parte de arbitrariedad sólo justificada por la tradición histórica (Claxton, 1991). Habitualmente no se pone a discusión la existencia de un núcleo de conocimientos imprescindibles para la enseñanza, pero éstos están en rela-

ción estrecha con los objetivos de la enseñanza, es decir vienen marcados y dependen de los objetivos de aprendizaje.

Enfocar la enseñanza de las ciencias en función de los modelos teóricos en lugar de hacerlo utilizando las “teorías científicas” tiene implicaciones por lo menos en tres áreas: en el diseño del currículum, en la concepción de la experimentación y en el terreno del lenguaje (Izquierdo, 1996). Un ejemplo de cómo este enfoque influye en el diseño del currículum se encuentra en el Proyecto Ciencias 12-16 (Izquierdo, Solsona *et al.*, 1994-1998) donde las actividades de enseñanza y aprendizaje se organizan en secuencias y la introducción de nuevos conceptos sigue el Ciclo de Aprendizaje (Jorba y Sanmartí, 1996), que proporciona al alumnado la oportunidad de expresar sus concepciones e ideas, así como una oportunidad para discutir y contrastarlas.

En el Proyecto Ciencias 12-16 el enfoque CTS se encuentra presente en las actividades de exploración y aplicación de conceptos. En conjunto, los fenómenos objeto de estudio en el Proyecto Ciencias 12-16 se agrupan en torno a diferentes modelos teóricos que vertebran la propuesta curricular. Por ejemplo, el modelo Sólido-Líquido-Gas permite el estudio de los materiales, sus propiedades, los cambios en los que intervienen y su interpretación con el modelo de partículas. El modelo “ser vivo” agrupa tanto los contenidos relativos a su estructura como las funciones que permiten relacionarlo con el entorno. El modelo “máquina” sirve para estudiar la energía y su intervención en los cambios en los sistemas físicos y biológicos. El modelo “cambio químico” interpreta los fenómenos químicos que son irreductibles a los fenómenos físicos, entendidos como un cambio de sustancias con una transferencia de energía asociada y la conservación de la masa.

Todos los aspectos mencionados en relación con los modelos teóricos, su construcción y su función en el proceso de aprendizaje deberían estar presentes en la formación del profesorado de ciencias, tanto en la formación inicial como en la formación continuada.

3. La implementación didáctica de los proyectos CTS

El proceso de aprendizaje se concibe como un proceso comunicativo, en el que tiene lugar una construcción conjunta entre el profesor o la profesora y el alumno o alumna que implica la negociación de significados. El concepto de transposición didáctica es central para la reflexión sobre los proyectos CTS ya que recoge el conjunto de mecanismos que permiten el paso de lo que es objeto de conocimiento a lo que debe ser objeto de enseñanza. En este paso es donde se define el contexto de la propuesta de aprendizaje, es decir donde se opta por alguna de las líneas incluidas en el enfoque CTS, ya sean proyectos CTS puros, estructurados en base a contenidos CTS o estructurados en base a contenidos.

Los proyectos curriculares con una orientación CTS, como otras propuestas curriculares que incorporan una perspectiva de innovación educativa, utilizan una variedad de métodos de enseñanza y proporcionan al alumnado oportunidades para practicar ciertas habilidades relacionadas con la comunicación oral y escrita como la elaboración de textos y la lectura comprensiva de los mismos, la búsqueda de información, la discusión y confrontación de ideas y opiniones, la resolución de problemas planteados en contexto real y la toma de decisiones. Para ello se utilizan actividades de enseñanza y aprendizaje en las cuales juega un papel fundamental el trabajo en grupos cooperativos para preparar pequeñas exposiciones, realizar debates, juegos de rol, y visitas de interés didáctico a museos, industrias y laboratorios, etc. También se utilizan técnicas propias del trabajo de campo como la realización de encuestas y entrevistas y la preparación de actividades fuera del aula, entre otras.

La práctica educativa es compleja especialmente si se tienen en cuenta las diferencias de aprendizaje del alumnado, un elemento abordable desde los proyectos CTS, dado que entre sus ventajas se señala la mejora de actitudes del alumnado hacia la ciencia. Las diferencias de aprendizaje entre el alumnado, como en general en las personas, se manifiestan en que desarrollan habilidades y conocimientos am-

pliamente divergentes, utilizan estrategias personales diferentes y no siempre dominan las competencias relacionadas con el “saber hacer” de base que hay que poner en juego para aprender.

Uno de los objetivos del aprendizaje es formar personas capaces de interpretar los fenómenos y los acontecimientos que ocurren a su alrededor. A menudo, al profesorado nos resulta difícil reconocer las dificultades de aprendizaje que va encontrando el alumnado durante su vida escolar para adquirir nuevos conocimientos. Para ayudar al alumnado en este proceso, disponemos fundamentalmente de dos elementos: los diferentes instrumentos y estrategias de evaluación (Jorba y Sanmartí, 1996), la gestión del aula en grupos de trabajo cooperativo (Solsona, 1999) y la metacognición.

Cada vez parece más clara la necesidad de promover la metacognición como una forma de conseguir buenos resultados de aprendizaje mediante el reconocimiento de los propios errores y las dificultades que tiene cada alumno o alumna durante el proceso. La metacognición es el conocimiento que una persona tiene sobre sus propios procesos y productos cognitivos o sobre cualquier aspecto relacionado con ellos, es decir las propiedades de la información o los datos relevantes para el aprendizaje. Por ejemplo, una persona realiza un ejercicio de metacognición (metamemoria, metaaprendizaje, metaatención, metalenguaje, etc.) si se da cuenta que tiene más problemas para aprender A que para aprender B, si para aprender C tiene que relacionarlo con B ... La metacognición se refiere al control, la orquestación y regulación subsiguiente de estos procesos. En general cualquier estrategia cognitiva que sirva para controlar el estado de los propios conocimientos o el estado de la propia comprensión tiene una dimensión metacognitiva.

4. El aprendizaje cooperativo

Para desarrollar las habilidades de trabajo que proporciona el enfoque CTS en el aprendizaje científico es fundamental la organi-

zación del aula de forma interactiva, es decir en grupos de trabajo cooperativo. Una clase interactiva es aquella en la que se destina espacio y tiempo a la interacción entre pares, entre el propio alumnado, a diferencia del planteamiento de la clase magistral que privilegia la interacción entre un chico o una chica, a nivel individual y el profesor o profesora. La importancia de la interacción entre iguales durante el aprendizaje plantea la necesidad de organizar el aula de forma multiestructurada de forma que combine el trabajo individual y el trabajo cooperativo. El trabajo de implementación didáctica desarrollado los últimos tiempos ha permitido sistematizar las técnicas de aprendizaje cooperativo y establecer los principales elementos de organización de las clases, valorar sus efectos y aplicarlos a un amplio abanico de currículum.

El aprendizaje cooperativo es una estrategia de gestión del aula que privilegia la organización del alumnado en grupos heterogéneos, en función del género y del ritmo de aprendizaje para la realización de las tareas y actividades de aprendizaje de un proyecto CTS. Spencer Kagan (1990) resume la idea central del trabajo cooperativo cuando dice que “la suma de las partes interactuando es mejor que la suma de las partes solas”.

La formación de los grupos heterogéneos debe ir acompañada de la construcción de la identidad de los grupos, de la práctica de la ayuda mutua entre el alumnado que debe aprender a valorar las diferencias individuales entre ellos y ellas, de manera que les permita desarrollar la sinergia del grupo (Solsona, 1999). El aprendizaje cooperativo debe favorecer también la responsabilidad individual es decir, que los resultados del grupo dependen del aprendizaje individual de todos los miembros del grupo. La situación ideal para el aprendizaje cooperativo es aquella en la que hay una correspondencia entre la estructura de la clase, los objetivos de aprendizaje y las demandas que se plantean al alumnado a nivel de habilidades o de nivel cognitivo.

En el trabajo en grupos cooperativos el alumnado mejora sus habilidades sociales, es decir aprende a autorganizarse, a distribuirse

el trabajo, y a coordinar las tareas, entre otras. Pero quizá el reto más importante del aprendizaje cooperativo se plantea al profesorado ya que debe ser capaz de intervenir en la resolución de los problemas relacionales y técnicos que acarrea esta estructura de funcionamiento. Entre los aspectos técnicos, la gestión del tiempo debe plantearse de forma que incluya un tiempo para el trabajo individual, otro para el colectivo, y un tiempo para la intervención de síntesis del profesor o profesora, al final de la clase. Por otra parte, el profesorado en el trabajo cooperativo debe desarrollar las habilidades relacionadas con la capacidad de anticipación de la acción. Anticipar consiste en concebir el procedimiento a utilizar para conseguir un resultado concreto y prever las consecuencias de nuestra acción. En la medida que el aprendizaje cooperativo plantea situaciones nuevas en relación a las que se plantean en una clase tradicional, el profesor o la profesora debe ser capaz de anticipar los problemas y dificultades que van a encontrar los grupos y que pueden bloquear su trabajo.

El aprendizaje cooperativo favorece la integración de todo tipo de alumnado con estilos cognitivos diferentes. Cada cual aporta al grupo sus habilidades y conocimientos, quien es más analítico es más activo en la planificación del trabajo del grupo, quien es más sintético facilita la coordinación, quien más manipulativo participa en las producciones materiales, ... Pero lo más interesante, según las investigaciones realizadas (Rué, 1998), es el hecho de que no es dar o recibir ayuda lo que mejora el aprendizaje en el grupo, sino la conciencia de necesitar ayuda, la necesidad consciente de comunicarlo y el esfuerzo en verbalizar y tener que integrar la ayuda de quien lo ofrece en el propio trabajo. La retroalimentación es un elemento clave para explicar los efectos positivos del aprendizaje cooperativo.

En los proyectos CTS como en otros enfoques interdisciplinares de la enseñanza, el aprendizaje cooperativo es una estrategia ideal para que la educación pueda vincularse a sus intereses y promueva la actividad intelectual de los y las estudiantes. La puesta en marcha de estrategias de colaboración, de distribución de roles, de distribución de funciones y otras de las que conducen al abordaje conjunto de una

tarea son ocasiones de socialización y de establecimiento de relaciones constructivas en un contexto real, con medios imprescindibles para obtener resultados o para conseguir las finalidades de un enfoque CTS.

Para conseguir la formación de chicas y chicos autónomos que construyan su sistema personal de aprender, debemos tener en cuenta algo más que los contenidos escolares y la potenciación de determinadas habilidades intelectuales incluidas en la inteligencia analítica. En las actividades de aprendizaje la relación entre lo cognitivo y lo afectivo es indisociable del campo motriz (Solsona, 1998a). Para ello las propuestas didácticas deberían prestar más atención a los aspectos afectivos (Vosniadou, 1994), si damos por supuesto que hay consenso a la importancia de la relación entre lo cognitivo y lo motriz. No podemos olvidar que la inteligencia está conectada con los afectos y los sentimientos y no se puede desdeñar la estructuración de éstos mediante actividades como el fomento del trabajo cooperativo en comparación con el poco lugar disponible en la clase magistral.

5. El aprendizaje en contexto

En general, las personas no aprendemos solas sino que lo hacemos integradas en un contexto social que da sentido a lo que aprendemos. Las estructuras de conocimiento se originan y aplican en contextos de experiencia concretos. El contexto social de una persona en situación de aprendizaje está formado por su entorno social, el centro educativo y los valores presentes en ellos. Este contexto es el que puede hacerle sentir la necesidad de lo que falta por aprender y de lo que tiene que ajustar en el proceso de aprendizaje.

La perspectiva del aprendizaje en contexto, donde el contexto marca o sitúa el conocimiento que se produce, señala la importancia de la elección o construcción de un contexto adecuado que facilite la posterior aplicación del conocimiento construido. El contexto en el

que está arraigada cualquier actividad humana no está configurado por una serie de estímulos que afectan a las personas, sino más bien por una red de relaciones que dan significado a la acción. El conocimiento humano es un conocimiento contextualizado. En el aprendizaje de un oficio, el contexto viene marcado por el objetivo final del aprendizaje; en la Enseñanza Secundaria, el alumnado que tiene clara la continuidad en los estudios superiores realiza un aprendizaje más contextualizado.

Varios autores y autoras (Bishop,1988; Girotto y Light, 1992) insisten en el rol que juega el contexto en las actividades cognitivas, en el sentido que parece ser que utilizamos “esquemas pragmáticos de acción” más que razonamientos lógicos abstractos. Las destrezas necesarias para resolver una situación o un problema en sentido amplio (lógica, análisis, comprensión) están incrustadas en el contexto del problema, es decir en su estructura física, el propósito de la actividad, la existencia de otras personas que colaboran y el medio social en el que ha surgido.

Una persona en situación de aprendizaje debe crear un contexto significativo para la tarea objeto de aprendizaje, es decir tiene que situarla. Por ello, cualquier aprendizaje tiene que estar situado, ya que una actividad no puede existir independientemente de la forma en que sea contextualizada por quienes participan en ella. Una de las vías que pueden ser más efectivas para la contextualización del aprendizaje es la de los enfoques CTS, en la medida que se consiga implicar al alumnado en el estudio de la repercusiones sociales y técnicas de la ciencia.

El conocimiento y la comprensión son productos de la actividad, el contexto y la cultura en que se han desarrollado y por eso se dice que están contextualizados desde su origen. El estudio del aprendizaje, especialmente en situaciones educativas, debe considerar el contexto y la cultura como variables a tener en cuenta. Por ello la unidad de análisis adecuada para el estudio de las implicaciones didácticas de una propuesta de aprendizaje como los enfoques CTS

es la actividad en un contexto determinado. Hay que insistir en las situaciones en que se adquiere la comprensión y las circunstancias que especifican la transferencia de los aprendizajes hacia otras situaciones. Si el contexto de aprendizaje marca o sitúa el conocimiento que se construye, es necesario cuidar la elección o la construcción de un contexto adecuado que facilite la posterior aplicación del conocimiento construido.

La opción del conocimiento en contexto supone la consideración del proceso de aprendizaje como un proceso de enculturación o de interacción de quien aprende en actividades organizadas socialmente, mediante las que se desarrolla un conocimiento especializado, unos rituales, unas prácticas, vocabularios, etc. Las actividades están organizadas en interacciones concretas con el ambiente como un recurso esencial que da significado a las actividades y permite que el conocimiento sea posible (Suchman, 1987).

6. Un ejemplo de instrumentación didáctica del conocimiento cotidiano con un enfoque CTS

La mayoría de proyectos de enseñanza de las ciencias que han incorporado contenidos relativos a la orientación Ciencia-Tecnología-Sociedad, han priorizado la introducción del desarrollo histórico de los avances científicos y de las relaciones entre la ciencia y sus aplicaciones industriales. Más en concreto han abordado el estudio de los materiales, las fuentes de energía, los aspectos medioambientales o los temas de salud, entre otros (Caamaño, 1995).

Algunos autores y autoras (Solbes y Vilches, 1992; Nuño, 1999) señalan en sus estudios que la mayoría del alumnado manifiesta desconocimiento de las interacciones CTS, es decir no cita aplicaciones técnicas de la ciencia ni hace referencia a la relación entre las influencias de la sociedad en la ciencia. En cuanto al papel desempeñado por las ciencias en la vida de las personas, las alumnas valoran positivamente la contribución de la ciencia a la mejora de la calidad de vida y la salud de las personas.

Ya hemos señalado el interés para la reflexión didáctica de analizar las relaciones entre la ciencia y otras formas de conocimiento cotidiano. Nos situamos en la línea de investigación que intenta explorar las características y los ámbitos de aplicación de aquellos saberes distintos del conocimiento científico, presentes en el entorno social. Algunas autoras plantean la necesidad de concebir el aprendizaje del conocimiento científico como una construcción paralela pero en interacción con el conocimiento cotidiano (Sanmartí e Izquierdo, 1998). Otros autores indican lo inadecuado de plantear la sustitución del conocimiento cotidiano por el científico (Pozo, 1996) y califican la relación entre los dos conocimientos como un continuum no dicotómico.

Las personas tenemos diferentes registros de funcionamiento que activamos en función de la tarea que queramos realizar. Cualquier persona construye de forma implícita explicaciones de los fenómenos que ocurren a su alrededor muy persistentes, generales y en muchos casos coherentes. El conocimiento cotidiano es una de las formas comunes con que nos representamos nuestras prácticas, en la que vertebramos un conjunto de ideas y conceptos que nos permiten actuar en la vida diaria. El conocimiento cotidiano es implícito, dependiente del contexto físico y sociocultural, agrupa experiencias, regularidades, leyes y valores, y prioriza algunas variables e interacciones que no coinciden con las priorizadas con el conocimiento científico (Sanmartí e Izquierdo, 1998). El conocimiento doméstico es el conocimiento cotidiano común al grupo social de las amas de casa orientado a la realización eficaz de las tareas y con mayor implicación social en la vida privada de las personas. Rambla y Tomé (1998) resumen las características sociales del conocimiento doméstico de las madres diciendo que es un conjunto articulado de ideas que permite tomar decisiones sobre cómo educar, que tiene género, es narrativo y varía en función del nivel social. El conocimiento de las amas de casa no es un conjunto de prácticas caseras, de conocimientos aprendidos por transmisión oral, sin una instrucción específica, transmitidos de madres a hijas, sin ninguna relación entre di-

chas prácticas. Las amas de casa, de acuerdo con el funcionamiento cognitivo de las personas, no tienen ideas aisladas sobre las cosas sino que disponen de un conjunto relativamente integrado de conocimientos con un cierto grado de consistencia interna que como grupo han elaborado y adaptado a las necesidades de cada momento histórico. Es decir un conjunto de explicaciones sobre las tareas que hay que realizar para el buen funcionamiento de la familia y el bienestar de sus integrantes.

Tradicionalmente no se ha prestado demasiada atención al análisis de los contenidos curriculares desde una perspectiva de género y no se ha visto la necesidad de incluir la presencia del conocimiento doméstico en las aulas. Una ampliación de la perspectiva de los planteamientos CTS en la Enseñanza Secundaria, no explorada hasta hoy, puede ser aquella que incluya el conocimiento doméstico. Nuestro propósito es revalorizar el conocimiento de las mujeres en el contexto escolar para que el conocimiento escolar que se construya reconozca la autoridad del conocimiento doméstico; y al mismo tiempo para que este conocimiento se pueda aplicar fuera del centro escolar sin reproducir las desigualdades de género. Para ello proponemos explorar las relaciones entre el conocimiento doméstico de las amas de casa y los conocimientos de física y química presentes en la ciencia escolar, es decir de los contenidos relativos a hechos y conceptos científicos.

La relación entre el conocimiento científico y el conocimiento doméstico puede ayudar a la creación de un contexto de aprendizaje útil para el aprendizaje científico en la Enseñanza Secundaria. Proponemos estudiar la posibilidad de introducir un nuevo eje de estructuración de los conceptos CTS relacionado con la calidad de vida de las personas, es decir plantear la enseñanza de la interpretación de los fenómenos científicos como hilo conductor de un currículum transdisciplinar en el que tengan un papel relevante y vertebrador valores como el bienestar, el cuidado y la atención a las personas (Solsona, 1999). Ello supondría llevar a clase la propuesta de realizar pequeñas investigaciones o proyectos de trabajo sobre temas

relacionados con el conocimiento doméstico, como la conservación de los alimentos, las sustancias y los instrumentos del ámbito doméstico, los cambios químicos en la cocina, etc.

Para ilustrar esta ampliación del enfoque CTS podemos considerar el fenómeno de la congelación, en la Enseñanza Secundaria Obligatoria. En un planteamiento tradicional se estudia la congelación, a partir de los tres estados de agregación de los materiales, se define el fenómeno y se ponen algunos ejemplos. En una propuesta más experimental, se realiza la congelación del agua, por ejemplo y se deduce lo que ocurre durante el proceso con la congelación. En una aproximación didáctica que incorpore como eje transversal la calidad de vida de las personas, se propone que el alumnado realice un pequeño estudio de por qué y para qué utiliza en casa, su madre, la congelación. Para ello, se propondría al alumnado la investigación de qué alimentos se congelan, por qué, para qué, durante cuánto tiempo, qué materiales se utilizan en los recipientes, qué problemas surgen en el proceso de conservación de los alimentos, qué cambios ocurren y qué sustancias intervienen.

Otro ejemplo de ampliación del enfoque CTS sería el de utilizar los cambios químicos de la cocina como conjunto de fenómenos para introducir el modelo teórico de cambio químico en la Enseñanza Secundaria. Se trata de estudiar los cambios que ocurren cuando se corta una cebolla y la identificación de la nueva sustancia que se forma, o del cambio que tiene lugar al cortar un ajo y cómo podemos identificar la formación de una nueva sustancia. Asimismo podemos analizar los cambios que ocurren al cortar algunas verduras o frutas, como las alcachofas, la col, las patatas, los champiñones, manzanas o aguacates. También se trata de estudiar las acciones que se realizan de acuerdo con el conocimiento doméstico cuando los cambios que ocurren en la cocina no son útiles para el cocinado de los alimentos.

En resumen, la estructuración de los contenidos CTS en torno a los modelos teóricos es una propuesta útil para la implementación didáctica de los proyectos CTS y la incorporación del conocimiento

doméstico a los enfoques CTS enriquece los contenidos de aprendizaje del alumnado y puede permitir el desarrollo de situaciones de aprendizaje que influyan en la repercusión social de estos aprendizajes, lo que favorecerá una mejor formación personal y científica.

Bibliografía

- Bishop, A.** (1988). *Mathematical Enculturation*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Caamaño, Aureli** (1995). La educación Ciencia-Tecnología-Sociedad: una necesidad en el diseño del nuevo currículum de Ciencias. *Alambique*, 3, 4-6
- Claxton, Guy** (1991). *Educación mentes curiosas*. Madrid, Visor, 1994.
- Giere, Ronald** (1988). *Explaining Science*. Chicago Univ. La explicación de la ciencia. Un acercamiento cognoscitivo, Conacyt, México (1992)
- Giroto, V.; Light, P.** (1992). "The pragmatic base of children reasoning", en P. Light y P. Butterworth, *Context and cognition*. Hemel Hempstead, Harvester & Wheatsheaf.
- Izquierdo, Mercè** (1996). "Cognitive models of science and the teaching of science, history of sciences and curriculum" Proceedings of the Second Ph. D. Summer School. Ed Art of Text, Thessaloniki.
- Izquierdo, Mercè; Solsona, Núria et al.** (1994-1998). *Projecte Ciències 12-16*. Barcelona, Ciencia activa.
- Jorba, Jaume y Sanmartí, Neus** (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua*. Madrid, MEC
- Kagan, Spencer** (1990). *Cooperative learning*. Resources for Teachers. California.
- Nuño, Teresa** (1999). *Memoria del proyecto Docente*. Universidad del País Vasco.
- Pozo, J. Ignacio** (1996). "Sobre las relaciones entre el conocimiento cotidiano de los alumnos y el conocimiento científico: del cambio conceptual a la integración jerárquica". Seminari Internacional de Recerca. Contribució del Model Cognitiu de Ciència a la Didàctica de les Ciències.

- Rué, Joan** (1998). “El aula: un espacio para la cooperación”, en *Cooperar en el aula*. Biblioteca de Aula, 132. Barcelona. Graó.
- Sanmartí, Neus e Izquierdo, Mercè** (1998). Reflexiones en torno a un modelo de ciencia escolar. *Investigación en la Escuela*, 32, 51-62.
- Solbes, J. Vilches, A.** (1992). El modelo constructivista y las relaciones Ciencia /Técnica/Sociedad (CTS). *Enseñanza de las Ciencias* 10(2), 181- 186.
- Solsona, Núria** (1995). The emergence of chemical phenomena. *Research in Science Education II*, 235-240. Ed. Art of text. Thessaloniki, Grecia.
- Solsona, Núria** (1996). La voz de las mujeres en la ciencia de los siglos XVII y XVIII. Santiago de Compostela, *Ingenium*, 5, 125-136.
- Solsona, Núria** (1997a). L'emergència de la interpretació dels fenòmens químics. Tesis Doctoral (Publicación en microficha). Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Solsona, Núria** (1997b). *Mujeres científicas de todos los tiempos*. Madrid, Talasa.
- Solsona, Núria** (1998a). Diferentes experiencias en el laboratorio: la influencia del género. *Alambique*, 16, 60-66.
- Solsona, N.** (1998b). Desde la antigüedad a la ciencia moderna, los avatares del binomio mujer y ciencia. Zaragoza, *Mujeres*, 7, 13 -18.
- Solsona, N.** (1999). El aprendizaje cooperativo: una estrategia para la comunicación. *Alua de Innovación Educativa*, 80, 65-67.
- Solsona, N.** (en prensa). *De la cocina a la actividad científica: la sabiduría de las amas de casa*. Instituto Ciencias de la Educación. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Solsona, Núria; Alemany, M. Carme.** (1997). Estudiantes hoy, científicas del futuro, en Teresa Ortiz y Gloria Becerra (eds.) *Mujeres de Ciencias*. Granada, Feminae.
- Solsona, N.; Izquierdo, M.** (1998a). “La contrucción del concepto de cambio químico. Los modelos teóricos, un instrumento para su análisis”, en Banet y de Pro (coords.) *Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias*, 327-335. Murcia.
- Solsona, N.; Izquierdo, M.** (1998b). La conservación del elemento, una idea inexistente en el alumnado de secundaria. *Alambique*, 17, 76-84.

- Solsona, N.; Izquierdo, M.; Gutiérrez, R.** (1999). El uso de razonamientos causales en relación con la significatividad de los modelos teóricos. *Enseñanza de las Ciencias* (aceptado para su publicación).
- Thagard, Paul** (1992). Analogy, Explanation and Education. *Journal of Research in science Teaching*, 29(6), 537-544.
- Vosniadou, Stella** (1994). Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and instruction*, 4, 45-69.