

Nuevos contenidos educativos sobre el agua y los ríos desde una perspectiva CTS

Julia Ibarra Murillo

Departamento de Psicología y Pedagogía. Universidad Pública de Navarra. E-mail: maider@unavarra.es

Resumen: los problemas ambientales en torno al agua tienen un fuerte reflejo en la sociedad y en la política. Una nueva directiva europea obliga a replantear la gestión de los ríos de una forma novedosa para la cual la participación pública es necesaria. Se hace imprescindible repensar que contenidos pueden impartirse en la educación formal en torno al agua y para que; se propone apostar por una educación integrada, un enfoque CTS, con una redefinición de los contenidos científicos.

Palabras clave: agua, ríos, contenidos científicos, CTS, indicadores de calidad.

Title: New educative contents regarding water and rivers from a STS (Science, Technology & Society) point of view

Abstract: The environmental problems surrounding water have had a significant impact on both society and politics. A new European Directive has made it necessary to introduce innovative methods in river management, including an increasing involvement by the general public. As a result, it is essential that the contents and objectives of formal education programmes concerning water are redefined; it is proposed that an integrated education approach is adopted, with a STS focus and a redefinition of scientific contents.

Keywords: water, rivers, scientific contents, STS, quality indicators.

Introducción

En la declaración de la UNESCO de la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible (2005-2014) se propugna una educación para convertir a los ciudadanos y ciudadanas en impulsores y sujetos activos de unos cambios que hagan posible la supervivencia de la especie y la plena universalización de los Derechos Humanos.

... lo esencial es convencer al conjunto de la ciudadanía de la necesidad de romper con comportamientos que hoy suponen un grave peligro para todos: desde la ignorancia del principio de prudencia (que ha llevado y sigue llevando a la puesta en práctica de tecnologías cuyas graves consecuencias pagamos inevitablemente después), al unilateralismo de quienes siguen apostando por la insostenible y destructiva defensa de sus intereses particulares contra los de otros. Son precisos cambios urgentes en los ámbitos educativo, tecnológico, político.... (Gil Pérez, Vilches, Oliva, 2005)

Los efectos del cambio climático en la escasez en cantidad y calidad de agua dulce, la imparable destrucción de los ríos, el mal uso y derroche del agua, ha colocado a la sociedad en un momento crítico respecto a lo que se ha visto habitualmente como un recurso natural barato y disponible. Esta situación se refleja ya en conflictos sociales, bien entre distintas autonomías, entre regiones y usuarios.

El agua en sus diferentes aspectos y problemáticas ha sido uno de los temas más trabajados desde la Educación Ambiental, forma parte de los libros de texto en sus aspectos más actuales como la contaminación, necesidad de ahorro, ciclo integral... La contención en el gasto doméstico de agua, que se detecta en las zonas urbanas de muchas comunidades, seguramente es el buen resultado de esta labor educativa. Pero al mismo y tiempo, no se ha conseguido frenar o mitigar la paulatina destrucción y deterioro ambiental de los sistemas acuáticos, de forma que en muchos lugares de España los ríos y humedales han dejado de serlo, esquilados sus caudales, represados y contaminados.

Una mirada más atenta a los contenidos que se imparten en los temas relacionados con el agua en la educación formal, puede señalar algunos aspectos relevantes:

1.- El agua se estudia mayoritariamente (en libros de texto, en temas de Educación Ambiental,...) desde la perspectiva del recurso, en el sentido de objeto de uso para beneficio/explotación directa de los humanos, separado del estudio de los sistemas naturales en los que se encuentra y a los que mantiene (ríos, lagos y humedales); este punto de vista no está justificado por argumentos didácticos sino que responde a la forma en que se aborda la cuestión del agua desde los poderes políticos y económicos. Para estos, el tema del agua está relacionado fundamentalmente con la gestión del recurso que es este líquido vital y, estos poderes han traspasado al sistema educativo el análisis del agua y sobre todo de la problematización de la gestión: abastecimientos, transporte, calidad físico-química del líquido, y la depuración. En torno a estos elementos se han construido centenares de unidades didácticas que buscan la concienciación de los alumnos en los problemas de la escasez del recurso, de la contaminación y en el desarrollo de actitudes personales de ahorro y eficiencia.

2.- Todos o casi todos los textos y materiales educativos que abordan el tema del agua destacan varias aparentes verdades científicas, que lejos de serlo, son juicios que obedecen a puntos de vista con intereses políticos, geoestratégicos y económicos (Ibarra, 2001; Antoranz y Martínez Gil, 2003). O que al presentarse descontextualizados transmiten una idea errónea de la problemática. Estos son algunos de los más habituales:

- escasez del agua y la desequilibrada distribución territorial en el Estado español. Sin embargo, se oculta que la escasez es tal si se admite que, cualquier demanda debe ser satisfecha, o que los usos pretendidos rebasan cualquier expectativa razonable sobre los ríos y acuíferos que tenemos.
- la necesidad de regulación de ríos con embalses, azudes,... para asegurar abastecimientos y evitar las inundaciones. La argumentación científica y social que exigirían es sustituida por el

dogmatismo de la autoridad política o del bien común que supuestamente proveerían.

3.- El esfuerzo que en temas de Educación Ambiental se está haciendo para cambiar actitudes y hábitos en relación al agua están en general encaminados al campo de reducción del consumo personal y doméstico y la utilización de tecnología, también doméstica, eficiente. Sin embargo, se obvia un punto de vista crítico sobre los grandes consumidores y despilfarradores de agua, los intereses económicos de las empresas constructoras de las grandes presas, de las hidroeléctricas y las apetencias del desarrollo urbanístico.

También es llamativa la descontextualización en muchos materiales educativos dedicados al tema, donde los problemas en relación con el agua, concretos y actuales de una comunidad (por ejemplo, un embalse que destruye pueblos y formas de vida) y la contestación social que conllevan, no son ni siquiera una referencia en los materiales educativos que sobre el agua editan las instituciones públicas en esa época.

4.- El tratamiento de los ríos en los libros de texto se ha planteado desde las perspectivas estrictamente disciplinares y no integradoras, de forma que el resultado es una idea fragmentada y empobrecedora de lo que son los ríos. En general, se presenta la acción geológica de las aguas en la sección correspondiente, y se tratan algunos aspectos de los seres vivos en las secciones de biología y ecología

Esta forma de presentar obliga a descripciones y explicaciones por un lado demasiado breves y simplificadoras para la complejidad del tema abordado y, por otro lado, necesariamente superficial y mayoritariamente descriptiva, especialmente en los temas de ecología. Aunque cada vez hay una incidencia mayor de los temas que tratan los impactos humanos en los sistemas naturales, predomina el aspecto ilustrativo de los mismos lo que unido a su extrema complejidad, vuelve a alejar las metas de educar para construir criterio científico y preparar ciudadanos activos. Por otra parte, prevalece un punto de vista desarrollista que une la calidad de vida de los humanos al crecimiento económico; en este contexto el medio ambiente se percibe como un freno al desarrollo.

¿Sirven estos contenidos para tener un criterio propio, para poder decidir u opinar en temas relacionados con el agua y los ríos? ¿Con que conocimientos científicos aplicables a su entorno puede contar un ciudadano que no cursa estudios superiores?

Relación entre la Directiva Marco Del Agua (DMA) y el ámbito educativo

No es frecuente mirar desde el ámbito educativo las disposiciones legales ajenas al mismo y mucho menos que las leyes sean objeto de atención en el currículo escolar. Sin embargo, la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE) tiene características de gran calado social, tecnológico, económico, siendo los objetivos que define sobre la gestión del agua, ríos lagos y embalses, de obligado cumplimiento en todos los Estados de la Unión Europea.

Tampoco es frecuente que las leyes sean más avanzadas que la sociedad en las pautas para un desarrollo sostenible. Esta ley tiene objetivos y exige métodos de participación que van más allá de las propuestas habituales que las instituciones plantean, tales como el ahorro de agua.

La DMA supone un giro importante en la forma de entender la gestión del agua y obliga a fijar el objetivo no en la calidad del agua dulce, sino en la de los ecosistemas que la contienen, es decir, ríos, lagos, aguas subterráneas y aguas costeras. Con la nueva normativa los Estados miembros están obligados a mantener o recuperar el "buen estado ecológico" de las masas de agua. Y este buen estado no se refiere solamente a la calidad físico-química del agua sino a la cantidad de agua circulante, ritmos naturales de los caudales, estado de las riberas, vida piscícola, etc.

No solamente esto, la DMA exige la participación social para la elaboración de los planes rectores de las cuencas hidrográficas. Precisamente estas foros de participación pública que se están realizando en diversas comunidades (Cataluña, Navarra, País Vasco,...), muestran la necesidad de mejorar las competencias científicas, tecnológicas, que los ciudadanos han adquirido en sus estudios formales.

Al mismo tiempo, también aflora con fuerza, desde el campo científico y los movimientos sociales, una perspectiva o un nuevo paradigma sobre el agua y los ecosistemas naturales (ríos, lagos y humedales) llamada Nueva Cultura del Agua (<http://www.fnca.es>), que defiende la gestión integrada del recurso y la del ecosistema, e incorporar a éste el análisis social, cultural y estético (Martínez Gil, 1997, 1999; Arrojo, 2003)

Una perspectiva ecológica, económica y participativa

Estas son las tres líneas principales sobre las que se desarrolla la normativa de la DMA y que, a tenor de todos los expertos, obligan a replantear el discurso y la praxis sobre el agua y los ríos más allá del ahorro y de la no contaminación. Y que, respecto a nuestro quehacer educativo, nos sirven para señalar que estos planteamientos integrados coinciden con los que pueden propugnarse desde la perspectiva CTS y, sin embargo, se encuentran bastante alejados de la educación tradicional.

Calidad de agua vs. Calidad del ecosistema

La DMA supone un giro importante en la forma de entender la gestión del agua y obliga a fijar el objetivo no en la calidad del agua dulce sino en la de los ecosistemas que la contienen, es decir, ríos, lagos, aguas subterráneas y aguas costeras.

Hasta ahora el objetivo de las políticas era preservar la calidad del agua para usos humanos y, por ello, era importante el control de los parámetros físico-químicos de calidad, la depuración de las aguas usadas y el almacenaje de agua de calidad. El agua así se ha planteado tradicionalmente como un bien aislado del sistema natural al que pertenece; ahora, con la nueva normativa, los estados miembros están obligados a mantener o recuperar el "buen estado ecológico" de los ríos y de todas las "masas de agua" para el año 2015 y garantizar el uso sostenible del agua. Y

este buen estado incluye, como hemos señalado anteriormente, la calidad íntegra del ecosistema.

Recuperación de los costes económicos de las inversiones

Este puede ser uno de los elementos claves de la nueva perspectiva sobre el agua, ya que reúne criterios tecnológicos, sociales y económicos. Lo que plantea como novedad es la necesidad de recuperar los costes económicos de las inversiones en infraestructuras y gestión del agua. Este asunto lleva a un cambio en la forma de pensar, y obliga plantearse si el agua para la vida y el agua para el negocio deben tener tratamientos económicos distintos. Y es que, en nuestro país, la subvención pública a las obras hidráulicas y las expectativas generadas de disponer de agua casi gratuita, son la causa de gran parte de los problemas de destrucción de los recursos hídricos. Es necesario distinguir lo que pueden ser usos considerados de interés general, como determinados modelos de agricultura tradicional o los servicios urbanos de abastecimiento y saneamiento, y lo que son usos de interés privado y particular, para los que hay que plantear el principio de recuperación íntegra de costes (Arrojo, 2003).

Necesidad de la participación social

La participación pública activa es un requisito para la elaboración de los planes y la gestión de las cuencas hidrológicas (DMA, artículo 14) y esta participación va más allá de las consultas o el acceso a la información. El acceso a los documentos que contienen información sobre agua, ríos e infraestructuras no es siquiera una forma de participación sino una condición *sine qua non* para poder participar. Esta información debe proveerse a la ciudadanía por parte de la administración autónoma o central, que también debe atender las solicitudes de información adicional que se realicen.

La consulta pública es un primer nivel de participación donde los órganos administrativos consultan al público y a las partes interesadas para aprender de sus conocimientos, percepciones, experiencias e ideas. Las consultas son para reunir información

La participación es un cambio de enfoque en la planificación: desde un futuro prefijado o predefinido tal como se establece en los métodos tradicionales hacia un futuro "construido" por todos los implicados y su entorno que otorgue sentido, estabilidad y credibilidad a dicho escenario futuro (Bastida, 2006)

Los procesos participativos se basan en crear y preservar un clima de confianza entre las partes y la credibilidad de los promotores. Estas nuevas dinámicas exigen un cambio de mentalidad ciudadana: desde la actividad política hasta ahora pensada en servir (al cliente, al votante) a una nueva que supone implicar a los ciudadanos.

Esto supone una real profundización democrática y, tal como señala Subirats (2005) "en el fondo la gente cada vez mas será capaz de aceptar y compartir decisiones que incluso afecten negativamente alguno de sus intereses si considera legítima la vía por la que se ha llegado a tomar esta decisión".

En varias comunidades autónomas (Euskadi, Aragón, Cataluña) y en países colindantes de la Unión Europea (por ejemplo, cuenca Adour-Garonne en Francia) se han iniciado estos procesos de participación pública con el objetivo de tomar decisiones en la planificación de ríos y cuencas hidrográficas. En lo que conocemos, uno de los aspectos que puede ser notablemente mejorado es el de la comprensión y discusión de los contenidos científicos y técnicos por parte de la ciudadanía. De igual manera, la información especializada que se presenta a los participantes oculta, bajo la apabullante presencia de datos, tablas e índices, realidades que pueden ser debatidas sin tanto tecnicismo.

Nuevos paradigmas en torno al agua y los ríos y modelos de enseñanza

La enseñanza y aprendizaje de estos temas encuentran un marco natural en los modelos de enseñanza que buscan desarrollar "competencias para la acción" definida como la capacidad para involucrar uno mismo con otras personas en acciones y contra-acciones responsables, basadas en el pensamiento crítico y el conocimiento incompleto, para un mundo mas humano (Snack 1996, p. 15).

Viejos paradigmas	Nuevos paradigmas: la nueva cultura del agua
ES IMPORTANTE LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA	ADEMÁS DE LA CALIDAD DEL AGUA, EL CAUDAL SUFICIENTE, EL GRADO DE NATURALIDAD DE ORILLAS Y CAUCES, POBLACIONES DE ESPECIES INDICADORAS DE CALIDAD
EL ESTADO DE LAS AGUAS Y SU CONSERVACION SE DECIDE EN LAS INSTITUCIONES	QUE TIPO DE RÍO Y EN QUE CONDICIONES SE DECIDE DESDE LA PARTICIPACIÓN SOCIAL
LOS COSTES DE ALMACENAR, TRANSPORTAR, USAR Y RESTAURAR NO SE VALORAN Y SE PAGAN DEL ESTADO O DE LAS COMUNIADES	EL AGUA DEBEN DE PAGARLA EN MAYOR PROPORCIÓN QUIEN SACA BENEFICIOS ECONÓMICOS DE LA MISMA
EL AGUA ES UN RECURSO QUE SE GESTIONA EN FUNCIÓN DE LA DEMANDA	LA GESTIÓN DEL AGUA ESTA UNIDA A LOS ECOSISTEMAS QUE LA SUSTENTAN Y LA CALIDAD DE ESTOS GARANTIZA EL RECURSO
PREVALENCIA DE LA EXPLOTACION DE LOS RECURSOS PARA OBTENER BENEFICIOS ECONÓMICOS	LOS SISTEMAS NATURALES (RÍOS Y LAGOS) SON PATRIMONIO DE LAS COMUNIDADES HUMANAS; EL DERECHO A DISFRUTAR DE LA BELLEZA Y DE LA NATURALEZA PREVALECE SOBRE EL DERECHO PARTICULAR AL BENEFICIO ECONÓMICO

Tabla 1.- En la columna de la izquierda se muestran aspectos reales y actuales que responden a una cultura vieja en torno al agua y los ríos. En la columna de la derecha se representan las ideas que estructuran un pensamiento nuevo en torno a estos temas, y a la gestión social de los mismos.

Según esto las cuestiones o problemas en torno al medio ambiente y el desarrollo sostenible no conciernen a las relaciones entre los humanos y la

naturaleza, sino que son siempre conflictos de intereses entre y desde el interior de los seres humanos. (Schnack, 1998) En este sentido, el aprendizaje para un mundo sostenible debe llevar a los alumnos no a reconocer ciertas características del mundo, sino a reconocer que es lo que las personas quieren y lo que no, y hasta donde están dispuestos y no están dispuestos a llegar (Lundegård and Wickman, 2007).

Uno de estos importantes asuntos es, sin duda, la definición y concreción de objetivos, contenidos y criterios de evaluación del currículo de ciencias que sean más acordes con las orientaciones del movimiento CTS y una enseñanza de las ciencias más contextualizada; sobre todo en las etapas de la educación obligatoria, que para una gran parte de la población será su única relación con la enseñanza reglada de las ciencias y la tecnología, así como su gran ocasión para cimentar una alfabetización científica y tecnológica que puedan ampliar después durante su vida adulta. En definitiva, urge corregir el sesgo que se ha producido a favor del cómo enseñar y cómo se aprende frente al qué enseñar y, aún más, el para qué enseñar ciencia (Acevedo Díaz et al, 2003).

Respecto al cómo enseñar parece más adecuada un planteamiento del aprendizaje basado en el uso de problemas, lo cual exige sobre todo una acertada selección de problemas, y la correcta secuenciación de los mismos. De la selección y secuenciación de los problemas depende además el interés que se logre despertar y el grado de coherencia interna que adquieren los contenidos que componen la asignatura. Se trata, además, de conseguir que el alumno convierta en suyos los problemas que elige el profesor como punto de partida del proceso de aprendizaje. Es evidente que esta estrategia exige prestar atención a los aspectos motivacionales y actitudinales de la enseñanza de las ciencias. El aprendizaje a partir de problemas requiere también mayor dedicación por parte del alumno y ello puede chocar con los hábitos pasivos de éstos, desarrollados tras años de inmersión en ambientes tradicionales (Campanario y Moya, 1999).

Qué conocimiento científico en torno al agua-ríos para el desarrollo sostenible y la participación ciudadana

Como señalan Vazquez-Alonso et al. (2005), ante las dificultades de leyes educativas distintas y problemáticas, el profesorado se atiene a una enseñanza de las ciencias tradicional. En el tema que nos ocupa puede discutirse la opción de aumentar y profundizar los contenidos de ecología tradicionales, basada en el estudio de ecosistemas, poblaciones y relaciones inter e intraespecíficas.

Este tipo de ecología ha sido criticada desde diferentes puntos de vista; por un lado el carácter descriptivo, abstracto y complejo de los contenidos no ayudan a interpretar las realidades ambientales, no procuran a los alumnos competencias para evaluar o predecir los cambios ecológicos ante, por ejemplo, alteraciones ambientales (Ibarra y Gil, 2005).

Otro problema importante es la que se refiere a que la ecología de ecosistemas ha sido a menudo tomada como la ciencia del medio ambiente y de los ambientalistas por lo que no ha sido tratada como una teoría, que hay que analizar y criticar, sino como una meta-teoría con valor normativo

(Korfiatis, 2005; Cuddington, 2001). Por ejemplo: la asimilación del concepto de equilibrio como una realidad ecológica y ambiental.

El problema es cómo vamos a trabajar la enseñanza de los asuntos ambientales, en base a una ciencia enfrentada a un pensamiento crítico y que vaya más allá de una combinación de conocimiento elemental y dogmatismo (Slingsby & Barker, 2003).

Hay autores que señalan la utilidad de la discusión en clase sobre conceptos ecológicos conflictivos, ya que ello ayuda a desarrollar habilidades de alta comprensión como la de la naturaleza provisional del conocimiento científico, la apreciación de perspectivas históricas en el desarrollo de la ciencia y la apreciación de los límites de la misma (Gayford, 2000). Y esta puede ser una interesante perspectiva de enseñanza crítica científica en torno al tema del agua y los ríos.

Por otra parte, el objetivo debe ser conseguir un conocimiento técnico-científico efectivo que sirva para identificar, evaluar, la situación ecológica de un río, humedal,... cercano; que sirva para habilitar a los ciudadanos para ejercer el control sobre la salud del medio acuático próximo, que sirva para desarrollar espíritu crítico sobre las situaciones de degradación o conservación de los ecosistemas y finalmente que sirva para obtener un criterio científico-técnico suficiente para el debate y la participación social y la acción.

En base a estos criterios defendemos nuevos contenidos científicos y tecnológicos sobre agua-ríos, desde la perspectiva CTS:

Disminuir el dominio de aspectos descriptivos basados en *cómo* son los ecosistemas, *cómo* es la acción humana sobre los mismos, *cómo* son las propiedades del agua o la acción geológica de las aguas por *criterios de calidad de los sistemas naturales para un mundo sostenible*. En concreto, y sobre ríos, se debería tender a analizar que índices de calidad deben tener nuestros cursos de agua (locales u otros) respecto a tres parámetros: hidrología y geología (caudales naturales y alterados, cauce y freático), ecología (poblaciones indicadoras de calidad en el agua y en las riberas), físico-química del agua (indicadores para distintas calidades).

Lo que proponemos es tomar del conocimiento técnico-científico actual sobre los ecosistemas acuáticos los elementos clave que los expertos utilizan para evaluarlos, es decir los indicadores de calidad; estos índices están basados en conceptos, hechos y principios científicos que a su vez pueden ser discutidos.

Las ventajas didácticas de un tratamiento científico de este estilo sobre el tradicional son las siguientes:

- Disminuye el número de conceptos a memorizar, frente al aprendizaje clásico, ya que se trata de identificar, buscar ciertos parámetros (plantas, animales, compuestos, características) que están contrastados como indicadores de cierta calidad o mala calidad.

- Da prioridad a un conocimiento real y efectivo más que al descriptivo, y acerca a los alumnos a las situaciones reales de su entorno.

- Permite unir el conocimiento formal al debate técnico y científico actual en torno a qué ríos (masas del agua) necesitamos en base a la nueva normativa europea (DMA).

- Da prioridad al conocimiento integrado frente al compartimentado. Por ejemplo: se pueden utilizar un índice biológico junto a otro físico químico, pero además, son indispensables uno que trate sobre el estado de las riberas (plantas, animales, morfología) y un índice sobre caudales.

Muchos de estos datos pueden obtenerse en los departamentos de Medio Ambiente de las autonomías y también pueden obtenerse desde la Confederaciones Hidrográficas o desde las instituciones que gestionan el agua.

Perspectiva científica

Los indicadores biológicos están basados en la presencia o la cuantificación de seres vivos y poblaciones (macroinvertebrados, peces, algas) para el agua; presencia de ciertas especies de árboles con rango de edades y tamaños para las riberas; poblaciones de ciertas aves o mamíferos para todo el ecosistema,...

El índice ECOSTRIMED (ECOLOGICAL STATUS RIVERS MEDITERRANEAN) (Prat et al., 2000) permite valorar de forma global todo el río incluyendo la calidad de las riberas y las de las aguas. Se basa en la identificación de distintos macroinvertebrados, que incluye principalmente las fases acuáticas de distintos órdenes de insectos pero también representantes de otras clases como moluscos, briozoos,... Se trabajan además indicadores para conocer la calidad del caudal y las riberas.

Los índices físico-químicos más conocidos, como el ICG, se basan en la identificación de ciertas sustancias o parámetros como la temperatura, ph, la DBO, la cantidad de oxígeno disuelto, amoníaco, nitratos, metales,... La clasificación de aguas para consumo humano se hace en función de unos 20 parámetros y para otros usos se utilizan muchos más.

Los caudales y los ritmos de crecida y estiaje natural han sido alterados profundamente por los embalses, presas para centrales y otros usos. Pero existen registros antiguos de los hidrogramas de muchos ríos y la comparación con los actuales sirve de índice de referencia respecto a lo que debe ser el caudal ecológico de los ríos. Este concepto, su definición y cuantificación para los ríos españoles es objeto de discusión científica y a su vez es objeto de negociaciones y presiones por parte de los agentes interesados en el uso y explotación del agua

Estos contenidos, desde el punto de vista científico permiten acercarse a conceptos y temas clásicos de la química, por ejemplo, o de la biología y se han trabajado en algunos de los proyectos CTS más conocidos, y reseñados en Caamaño (2001). Además enlaza con la tecnología y técnicas de identificación actuales, y las dificultades y soluciones que se han encontrado para desarrollar y utilizar los parámetros físico-químicos, biológicos y ecológicos.

Desde la didáctica permite una contextualización importante, porque los índices y sus valores son los parámetros sobre los que se gestiona los ecosistemas fluviales, en función de su mantenimiento se permiten o

deniegan concesiones sobre caudales en los ríos, se construyen depuradoras, se realizan planes de recuperación en las márgenes,..

Desde el punto de vista científico se puede estudiar y discutir cómo se acuerdan los índices y, contrastar la precisión de las tecnologías que detectan un parámetro físico o químico, frente a las dificultades de precisar las estructuras de poblaciones u otros caracteres ecológicos. Elementos como la definición legal de caudal ecológico lleva, en el terreno científico, a estudiar los límites y dificultades de la ecología y de la biología para determinar qué poblaciones de peces o macroinvertebrados pueden vivir en ciertos caudales. Estos conceptos concluyen en analizar con qué criterios se decide este parámetro, el *caudal ecológico*, fundamental para considerar que un río es tal y no un canal periódicamente seco.

CONTENIDOS CIENTÍFICOS PARA APRENDER SOBRE AGUA Y RÍOS DESDE UNA PERSPECTIVA CTS

CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA:	INDICE INTEGRADO DE CALIDAD EN BASE A: -CAUCE Y CALIDAD GEOMORFOLÓGICA DEL MISMO -ORILLAS Y VEGETACIÓN, EN FUNCIÓN DE ESTRUCTURA Y ESPECIES INDICADORAS DE CALIDAD -INDICES DE CALIDAD DE MACROINVERTEBRADOS -ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE ALGUNAS POBLACIONES (PECES, AVES, MAMÍFEROS) CON VALOR COMO INDICADORES DE CALIDAD
CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA	-ANÁLISIS DE INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA (O ₂ disuelto, Ph, nitratos, fosfatos, metales, DBO) -REACCIONES QUÍMICA Y PROCESOS BIOQUÍMICOS EN LOS QUE ESTÁN IMPLICADOS
CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA	-CAUDAL NATURAL Y MODIFICADO: CONTRASTE ENTRE HIDROGRAMAS ACTUALES E HISTÓRICOS -DEFINICION Y DISCUSION SOBRE CAUDAL ECOLÓGICO

Tabla 2.- En la tabla se recogen los contenidos científicos para el estudio de los ríos desde una perspectiva CTS. Los ejes de estudio no se ciñen sólo al agua sino que abordan el ecosistema. Los índices de calidad son el objeto de estudio y discusión; a través de estos parámetros el río se define y explica. Los índices son criterios de calidad prácticos y actuales para conocer y gestionar un ecosistema.

Perspectiva tecnológica

Existe una tecnología para controlar, repartir y negociar con el recurso y que genera una gran actividad económica. También, en conexión con una

sociedad que demanda mas ahorro y esta dispuesta a pagarlo, se desarrollan tecnologías para la eficiencia en electrodomésticos, usos industriales, etc. Y finalmente hay una tecnología que utiliza la propia ciencia (ecología, biología, química) para definir los índices de calidad que estudiamos, poblaciones de animales y vegetales y estructura de las comunidades.

El tratamiento educativo de la tecnología asociada al agua y los ríos podría abordar los contenidos A, B y C, que señalamos en el cuadro inferior, de forma que los alumnos entiendan la relación entre diseño, materiales y su funcionalidad. Algunas propuestas en este sentido están descritas en Ríos y Solbes (2007).

Sin embargo creemos que sería mas útil para el propósito que nos hemos marcado, de hacer comprender la relación ciencia y tecnología, mostrar la tecnología moderna para el conocimiento ecológico, a semejanza de lo que trabajan los temas CTS en relación a la clonación, o los temas del proyecto AQUA en relación a los materiales tóxicos. Y es que, la construcción de criterio y conocimiento sobre qué ríos necesitamos está condicionada por los conocimientos sobre el mismo.

DIMENSIÓN TECNOLÓGICA	
A-LIGADA AL CONTROL Y REPARTO DEL RECURSO	ALMACENAJE (PRESAS: GEOLOGÍA, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN, COSTES CONDUCCIÓN: CANALES, TRASVASES (DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, MATERIALES Y TIPOS
B-LIGADA A LA RECUPERACIÓN DEL RECURSO	DEPURACIÓN: DEPURADORAS, FILTROS,
C-LIGADA A LA EFICIENCIA EN EL USO	MECANISMOS EFICIENTES EN ELECTRODOMESTICOS, EN USOS URBANOS,...
D-LIGADA A LA TECNOLOGÍA DE LA MEDICIÓN	PARA LOS PARAMETROS FISICOQUÍMICOS PARA LOS PARÁMETROS ECOLÓGICOS PARA LOS PARÁMETROS BIOLÓGICOS LÍMITES DE CADA TECNOLOGÍA Y VALOR PARA LA PREDICCIÓN
E-TECNOLOGÍA Y DINERO	LAS INVERSIONES Y COSTES EN DIFERENTES TECNOLOGÍAS, Y SU RELACIÓN CON LA CAPACIDAD DE CONTROL DEL RECURSO

Tabla 3.- Los contenidos tecnológicos están asociados a los del control y reparto del recurso más explotado del río, el agua, así como la tecnología asociada a su uso y recuperación. La relación entre el nivel y calidad de la tecnología de las medidas y el valor de las predicciones sobre el sistema, deben ser analizadas para comprender cómo se obtienen los indicadores de calidad y cómo pueden ser mejorados.

Este conocimiento no es uniforme en todos estos ámbitos; mientras hay una tecnología con largos años de experiencia para determinar parámetros físicoquímicos (oxígeno, ph, sedimentos) e incluso biológicos (concentración bacteriana), no la hay en el mismo grado en el campo de la ecología, donde faltan estudios básicos de las especies y modelos matemáticos adecuados a las poblaciones y su dinámica. Las decisiones sobre los parámetros que fijan la calidad de un río se toman con un grado de incertidumbre que proviene del grado de finura y precisión tecnológica con la que se trabaja. Así puede hacerse evidente la relación entre el conocimiento del ecosistema y el umbral de riesgo de las decisiones adoptadas.

Perspectiva social

La relación entre la gestión del agua, de los ríos y un tipo de pensamiento social y político es muy explícita en todo el siglo XX y este comienzo de siglo. Este pensamiento que habla de la España seca y la húmeda y la necesidad de llevar agua de unas cuencas a otras para reequilibrar el supuesto déficit hídrico, ha justificado los embalses y trasvases con sus importantes y a menudo desastrosas consecuencias ecológicas, sociales y culturales.

Ahora que estamos en nuevos tiempos, en cuanto a la relación de los humanos y el medio natural, el pensamiento y la acción deben ser la de proteger y valorar los últimos ríos sanos como auténticos patrimonios de la humanidad y considerar que debe comenzar el trabajo de recuperar los ríos, lagos, humedales y costas. Un elemento importante para esta nueva educación es, sin duda, que los alumnos perciban y vivan la belleza de los paisajes naturales en torno al agua, además de conocer la vinculación afectiva, histórica, patrimonial con los ríos, humedales, sotos, etc.

En este sentido hay dos conceptos que merecen ser introducidos en los contenidos sociales: por un lado el análisis del valor patrimonial de los ríos, por su significado estético, emocional, histórico en las personas y en las sociedades (Martínez Gil, 1997). Un segundo elemento es el del coste del agua y su reparto entre los consumidores y beneficiarios. Habitualmente la educación en torno al agua ha obviado este aspecto y, sin embargo, debe introducirse en los contenidos educativos porque puede explicar muy eficazmente la historia de una gestión desafortunada en términos ambientales en todo el país. También permite enseñar que una nueva planificación y distribución de los costes puede llevar a proteger y mantener los ecosistemas acuáticos.

Los paisajes del agua han sido tradicionalmente extraordinariamente valorados por las personas que habitan sus orillas y por los visitantes. Sin embargo, la relación emotiva con el entorno no ha sido tenida en cuenta en los estudios de la naturaleza y el paisaje y tampoco en la educación convencional.

Estudiar e interpretar el paisaje tiene un papel en el desarrollo de nuestra percepción y conciencia ambiental, así como en el aumento de nuestra capacidad de entender nuestro propio medio ambiente. ...El paisaje posee calidades estéticas formales, pero sobre todo de carácter expresivo y no formal, ligadas a un pasado y a una experiencia. El reconocimiento de las calidades estéticas y emocionales de un paisaje está ligado al conocimiento

que poseemos de él. Incluso allí la interpretación (paso del paisaje percibido a la explicación escondida) tiene un papel decisivo. (González Bernáldez, 1981).

AGUA Y SOCIEDAD. CONSUMO RESPONSABLE Y SOSTENIBLE

+ VALORES ÉTICOS Y ESTÉTICOS DE LOS PAISAJES DEL AGUA

- HISTORIA E IDENTIDAD EN TORNO A LOS RÍOS

- VALORACION DE LOS PAISAJES DEL AGUA

+ CONSUMOS DE AGUA SOLIDARIOS Y SOSTENIBLES

- CATEGORÍAS PARA EL CONSUMO DE AGUA: AGUA PARA LA VIDA, PARA EL CONSUMO-CONFORT, AGUA PARA EL NEGOCIO, AGUA Y DELITO (ARROJO, 2003)

- LOS COSTES DE LA CAPTACIÓN Y DE LA DEPURACIÓN Y CRITERIOS PARA UNA RECUPERACIÓN JUSTA DE LOS COSTES

- PERSONAS E INSTITUCIONES QUE DECIDEN SOBRE EL AGUA: QUIENES, DONDE, PERFIL PROFESIONAL DE LAS PERSONAS QUE DECIDEN

+ CRITERIOS DE PARTICIPACIÓN SOCIAL

- DIFERENCIAS ENTRE INFORMACION Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA

- CRITERIOS Y VALORES DE LA NUEVA CULTURA DEL AGUA

Tabla 4.- La definición del consumo de agua responsable y sostenible se explica a través de tres elementos: los valores éticos y estéticos de los ríos en nuestra sociedad y en la historia, el significado de el consumo solidario del agua y el conocimiento de quienes deciden sobre el agua y cómo puede hacerse una verdadera participación ciudadana en la gestión de los ríos.

La enseñanza-aprendizaje de estos temas precisa utilizar técnicas concretas, más que estrategias de enseñanza, a semejanza de la propuesta de trabajo que se hace para los temas de química y sociedad del Proyecto APQUA (APQUA, 1997). Aquí igualmente es necesario sumergir a los alumnos en situaciones problematizadas, tomadas de la realidad y posteriormente acotadas para un análisis escolar.

Ciencias para un mundo contemporáneo

En este momento se discuten los contenidos de la nueva asignatura de Bachiller que es común a las ramas de Humanidades y Ciencias y que se denomina Ciencias para el Mundo Contemporáneo (CMC); se propugna el que sea una asignatura con materia científica para todos (Alambique, nº49) con el objetivo de proporcionar a todos los estudiantes cultura científica suficiente para integrarse en una sociedad cada vez mas científica y tecnológica (Millar y Osborne, 1998). En este número monográfico Pedrinaci (2006) defiende que la asignatura debe de organizarse en torno a problemas y define una serie de criterios para seleccionarlos, y entre ellos señala "que inviten a buscar información y les ayude a tomar decisiones informadas en aspectos que les afectan como ciudadanos y ciudadanas". Generalmente en este tipo de temas se suelen incluir los relacionados con el cambio climático, el agotamiento de los combustibles y muchos

relacionados con la salud y la ciencia como la clonación, la donación de órganos, etc. Los contenidos expuestos sobre agua y ríos tienen tanta relevancia social, tecnológica y científica como los arriba mencionados y pueden trabajarse en una asignatura de este tipo.

Referencias bibliográficas

Acevedo Díaz, J.A., Vázquez Alonso, A. y M.A. Manassero Mas (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2, 2, Artículo 1. En <http://www.saum.uvigo.es/reec>

Antoranz, M.A. y J. Martínez Gil (2003). El agua y el sistema educativo español. *III Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua. Fundación Nueva Cultura del Agua*, 385-425.

APQUA (1997). *APQUA 1989-1997. Un projecte educatiu al servei de la societat*. Tarragona: DEK, URV.

Arrojo, P. (2003). *El Plan Hidrológico Nacional. Una cita frustrada con la historia*. Barcelona. Edición RBA, Integral.

Bastida, G. (2006). *Gestión del agua y Participación. Experiencias de Participación en Álava y Cataluña*. Seminario sobre la Información y la Participación Pública en la DMA en Navarra. Centro de Recursos Ambientales de Navarra.

Caamaño, A., (2001). Presencia de CTS en el currículo español. En P. Membiela (Ed.) *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad* (pp.121-134). Madrid: Narcea

Campanario, J. M. y A. Moya (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17,2, 179-192.

Cuddington, K. (2001). The "Balance of Nature" Metaphor and Equilibrium in Population Ecology. *Biology and Philosophy* 16, 463-479.

González Bernaldez, F. (1981). *Ecología y Paisaje*. Madrid: H. Blume Ediciones.

Gordillo, M. M., Osorio C. y J.A. López Cerezo (2000). *La educación en valores a través de CTS* Contribución al Foro Iberoamericano sobre Educación en Valores. Montevideo 2-6 de Octubre de 2000.

Ibarra J. y M.J. Gil Quílez (2005). Enseñar los cambios ecológicos en la Secundaria; un reto en la transposición didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 23, 3, 345-356.

Ibarra, J. (2000). Crecidas e inundaciones: el interés didáctico de un concepto integrador del río. *Alambique*, 24, 113-122.

Gayford, C., (2000). Biodiversity Education: a teacher's perspective *Environmental Education Research*, 6, 347-361.

Gil, D., Vilches, A. y J. Oliva (2005). Década para la educación y el desarrollo sostenible. Algunas ideas para desarrollar una estrategia global. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(1), 91-100.

Korfiatis, K. (2005). Environmental education and the science of ecology: exploration of an uneasy relationship. *Environmental Education Research*, 11(2), 235-248.

Lundegård, I. y P.O. Wickman (2007). Conflicts of interest: an indispensable element of education for sustainable development *Environmental Education Research*, 13 (1), 1–15.

Martínez Gil, J. (1997). *La nueva cultura del agua en España*. Bilbao. Editorial Bakeaz.

Martínez Gil, J. (1999). El paradigma de la Nueva Cultura del Agua. En: J. Martínez Gil y P. Arrojo (Ed.), *El agua a debate desde la Universidad : Hacia una Nueva Cultura del Agua* (pp.103-145). Zaragoza: Editorial Institución Fernando el Católico- CSIC.

Millar, R. y A. Hunt (2006). La ciencia divulgativa: una forma diferente de enseñar y aprender ciencia. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 49, 20-29.

Millar, R. y J. Osborne (1998): *Beyond 2000. Science Education for the Future*. London: School of Education, King's College

Prat, N. (coord), Munné, A., Rieradevel, M., Sola, C., Bonada, N. (2000). *Ecostrimed. Protocol per determinar l'estat ecològic dels rius mediterranis*. Barcelona: Diputació Barcelona.

Pedrinaci, E. (2006). Ciencias para el mundo contemporáneo: ¿Una materia para la participación ciudadana? *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 49, 20-30.

Ríos, E. y J. Solbes (2007). Las relaciones CTSA en la enseñanza de la tecnología y las ciencias: una propuesta con resultados. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6, 1, Artículo 3. En <http://www.saum.uvigo.es/reec>

Schnack, K. (1998). Why focus on conflicting interests in environmental education? in: M. Ahlberg & Filho, W. L. (Ed.) *Environmental education for sustainability: good environment, good life* (Frankfurt am Main, Lang), 83–96. School of Educational Studies), 7–19.

Slingsby, D. y S. Barker (2003). Making connections: biology, environmental education and education for sustainable development, *Journal of Biology Education*, 38, 4-6.

Subirats, J. (2005). Democracia, Participación y Transformación Social. *Polis. Revista Académica Bolivariana*. 4 (12). En <http://www.revistapolis.cl>

Vazquez-Alonso, A., Acevedo-Díaz, J. A. y M.A. Manassero Mas (2005). Mas allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4, 2, Artículo 5. En <http://www.saum.uvigo.es/reec>