



El agua: una herramienta clave en la Educación para el Desarrollo Sostenible

Water: a key resource in Education for sustainability

A água: uma ferramenta chave na educação para a sustentabilidade

Joserra Díez

Depto. Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales
Universidad del País Vasco /Euskal Herriko Unibertsitatea
joseramon.diez@ehu.es

Resumen

El agua es un elemento imprescindible para la vida y está intrínsecamente unido a las personas, a los ecosistemas y al resto de los seres vivos. En la actualidad la situación de deterioro de los ecosistemas acuáticos en particular, y del conjunto del Planeta en general, es de tal magnitud que ha alcanzado dimensiones globales. Y el agua es un reflejo de esta crisis ambiental, de inequidad y de falta de justicia social. En este contexto, la ONU ha reconocido explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento como requisito esencial para la realización de todos los derechos humanos (Resolución 62/292 de 28 de julio de 2010). Junto a la salvaguarda de este derecho inalienable, el uso sostenible del agua y del territorio debe ser una premisa del conjunto de la sociedad. Y en ese sentido, la educación es una herramienta útil para generar sostenibilidad en el día a día de las personas y de las comunidades. Para ello se han de tener en cuenta las repercusiones a corto, medio y largo plazo de todas y cada una de nuestras acciones, tanto a nivel local como para el conjunto de la Humanidad y del Planeta. En este contexto, el aprendizaje del concepto de Cuenca hidrográfica es fundamental, dado que supone un acercamiento holístico a través de la cual se establecen numerosas relaciones con otros elementos biológicos y socioeconómicos del entorno (SHEPARDSON et al., 2007). En este manuscrito, inicialmente se analiza el contexto actual de cambio global y se reivindica el Derecho Humano al agua, para después abordar las dificultades del alumnado en el aprendizaje del ciclo del agua, como por ejemplo considerarlo de manera abstracta, ajeno a su

ámbito territorial. Posteriormente se proporcionan criterios clave para la enseñanza/aprendizaje del agua y su ciclo, y su relevancia natural y social desde la perspectiva de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) (ONU, 2002) en pos de un mundo más sostenible, más justo y democrático. Para ello se toma la cuenca hidrográfica como ámbito territorial en torno al que se debe vertebrar el proceso de enseñanza-aprendizaje desde un punto de vista activo.

Palabras-clave: agua; EDS; enseñanza/aprendizaje; cuenca hidrográfica.

Abstract

Water is essential for life and is intimately linked to people, ecosystems, and other beings. Nowadays, the deterioration of water ecosystems in particular, and of the Planet in general, have reached global proportions. The water crisis now encompasses aspects related to the environment, economic inequality and social justice. In this context, the UN explicitly recognized the human right to water and sanitation as essential to the realization of all human rights (Resolution 62/292; 28th July, 2010). This indispensable right must therefore be preserved and society plays an essential role in guaranteeing the sustainable use of water and territory. In this context, education can help in putting the idea of sustainability in people's and communities' everyday life, by assessing the short, medium and long term downstream effects of all of our actions, both locally and globally. In this sense, it is essential to learn the concept of drainage basin, since it allows to approach water issues holistically and make connections with other disciplines (SHEPARDSON et al., 2007). In this paper, I start with an analysis of the current scenario of global change and emphasize the Human Right to water. Next, I examine students' overall difficulties in learning the water cycle, such as thinking of it as an abstract concept that is far away from their surroundings. Later, I take into account the Education for Sustainability framework (UN, 2002) to provide key aspects for teaching and learning the water cycle, its nature and social relevance as means contribute to the development of a more sustainable, right and democratic world. Ultimately, the drainage basin is a local element around which the teaching/learning processes can revolve.

Keywords: Water; EFS; teaching/learning; drainage basin.

Resumo

A água é um elemento imprescindível para a vida e está intrinsecamente unida as pessoas, aos ecossistemas e ao resto dos seres vivos. Atualmente, a situação de deterioração dos ecossistemas do Planeta e em particular, dos ecossistemas aquáticos é de tal magnitude que alcançou dimensões globais. E os problemas com a água são reflexos desta crise ambiental, de desigualdade e da carência de justiça social. Neste contexto, a ONU reconheceu explicitamente o direito humano a água e ao saneamento como requisito essencial para a realização de todos os direitos humanos (Resolução 62/292 de 28 de julho de 2010). Junto a salvaguarda deste direito inalienável, o uso sustentável da água e do território deve ser uma premissa do conjunto da sociedade. E nesse sentido, a educação é uma ferramenta útil para promover sustentabilidade no dia-a-dia das pessoas e das comunidades. Isso teria de levar em conta as repercussões a curto, médio e longo prazo de todas e cada uma das

nossas ações, tanto no nível local como para o conjunto da Humanidade e do Planeta. Neste contexto, a aprendizagem do conceito de Bacia hidrográfica é fundamental, dado que pressupõe uma abordagem holística em função da sua natureza interdisciplinar e das suas numerosas relações no nível local (SHEPARDSON et al., 2007). Neste trabalho, inicialmente se analisa o contexto atual da mudança global e se reivindica o Direito Humano a água, para abordar depois as dificuldades dos alunos na aprendizagem do ciclo da água como, por exemplo, considerá-lo de forma abstrata, afastado do seu âmbito territorial. Posteriormente se proporcionam critérios chave para o ensino/aprendizagem da água e seu ciclo, e sua relevância natural e social na perspectiva da Educação para Sustentabilidade (ONU, 2002) em favor de um mundo mais sustentável, mais justo e mais democrático. Nesta perspectiva se toma a bacia hidrográfica como um âmbito territorial em torno do qual se deve organizar o processo de ensino-aprendizagem como um processo ativo.

Palavras-chave: Água; EPS; ensino/aprendizagem; Bacia hidrográfica.

Contexto: Cambio global

La relevancia del agua para la vida y para el desempeño de las actividades vitales del conjunto de los seres vivos y del propio Planeta es inexcusable. Se trata de un recurso natural, de un patrimonio de la Naturaleza y de un activo eco-social de interés común (MARTÍNEZ-GIL, 1997). El agua, recurso insustituible, es el paradigma de la interconexión entre ecosistemas, los territorios y las culturas, y se trata de un patrimonio colectivo que cumple funciones ecológicas, sociales y económicas (BAKEAZ, 2011). Desempeña un importante rol en la Biosfera y está unida a numerosos procesos físicos, químicos y biológicos en la naturaleza. Sin embargo, y a pesar de su abundancia aparente, tan solo el 1% del agua del Planeta Tierra es dulce, y se renueva constantemente a través de las distintas fases del ciclo hidrológico. La fase ligada a los continentes de ese ciclo ocurre en cada una de las cuencas hidrográficas, a través de los ecosistemas y usos. El agua, por tanto, está íntimamente ligada al territorio que drena y modela.

Al día de hoy, de los más de 7000 millones de personas que habitamos la Tierra, se calcula que unos 2000 millones se reparten en áreas de estrés hídrico y unos 800 millones no disponen de agua corriente en su propia vivienda o en las inmediaciones. La ONU estima que en el año 2030, el 40% de la Humanidad sufrirá escasez de agua y la FAO considera que para el 2025 dos terceras partes de la Humanidad vivirá en zonas de estrés hídrico. Las perspectivas son, por tanto, muy pesimistas y la tarea a realizar de tal magnitud que la Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó, a través de su resolución A/RES/58/217 el período 2005-2015 Decenio Internacional para la Acción "*El agua, fuente de vida*".

Las interacciones entre las sociedades humanas y el planeta Tierra tienen una historia prolongada y compleja que abarca miles de años, pero la magnitud del cambio ocurrido durante las últimas décadas supone ya una amenaza sobre cada uno de los ecosistemas de la Tierra de los que dependemos (MEA, 2005). Las luces de alarma se han encendido por el efecto combinado de la población, de los sistemas de producción

y de los modos de consumo (CISPCV, 1998) y nadie duda de que hoy en día estamos sobrepasando la capacidad de carga y de regeneración del Planeta.

La población humana y el uso *per cápita* de los recursos han aumentado de tal modo que el cambio ambiental provocado posee dimensiones globales (VITOUSEK, 1994; IPCC, 2007). El denominado Cambio Global aglutina aquellas modificaciones introducidas por la actividad humana en el funcionamiento del sistema Tierra (cambio climático, crisis de biodiversidad, alteración de los ciclos biogeoquímicos, alteración del territorio, acentuación de los efectos de los riesgos naturales etc.). Además de la amenaza de un cambio climático significativo, existe una creciente preocupación por la cada vez mayor modificación humana de otros aspectos del medio ambiente mundial y las consiguientes repercusiones para el bienestar humano. Los bienes y servicios básicos proporcionados por el sistema de soporte de vida en el planeta, tales como alimentos, agua, aire limpio y un entorno propicio para la salud humana, están siendo afectadas cada vez más por el cambio global (THE AMSTERDAM DECLARATION, 2002). En la actualidad, la Humanidad utiliza más de la mitad de toda el agua dulce accesible en la superficie del Planeta, y más de la tercera parte de la superficie terrestre ha sido ya transformada por la acción humana, especialmente arroyos y ríos (DUDGEON, 2010), lo que sin duda repercute en el ciclo del agua a nivel local (MARCESELLI, 2012).

Por si fuera poco, el reparto de la utilización insostenible de estos recursos sigue pautas totalmente desiguales entre el Norte y el Sur, así como dentro de cada país (MARCESELLI, 2012). Hablamos por tanto del impacto de las sociedades humanas en el ambiente y del impacto de las desigualdades entre las personas. Y en ese campo el agua es un extraordinario ejemplo.

Junto a la polarización creciente de rentas en todas las escalas, la privatización creciente de los servicios de abastecimiento y saneamiento del agua es una evidencia alarmante. Esta política privatizadora se ha realizado mediante diversos procedimientos: la privatización en sentido estricto, con la transferencia al sector privado con la venta total o parcial de los activos; la transformación de un organismo público en empresa pública autónoma, como es el caso de la Agencia Nacional del Agua (ANA) en Brasil; y la Asociación Público Privada—modelo preferido por el Banco Mundial (PORTO-GONÇALVES, 2006).

Así, la concesión de gestión del servicio del agua a entidades privadas durante largos periodos de tiempo se ha extendido por varios continentes. Por ejemplo, en España a finales de 2010 la gestión privada suponía ya aproximadamente el 50% entre empresas concesionadas y empresas mixtas (ORTEGA, 2012), mientras ciudades como Berlín o París, junto a otras 40 ciudades francesas están volviendo al sistema público de gestión. Sin embargo, en España la crisis económica actual y su política de ajustes está propiciando una aceleración de los procesos de privatización, los cuales suelen acarrear la subida desproporcionada de las tarifas, la falta de transparencia en sus actividades, el incumplimiento de las cláusulas de los contratos, la disminución de las obligaciones medioambientales y la pérdida del control efectivo de estas empresas por las autoridades municipales (OBSERVATORIO DE PRIVATIZACIONES DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE, 2006). Mientras, en América Latina el panorama muestra tendencias muy preocupantes; en varios países se han orientado políticas de privatización de los servicios de abastecimiento y saneamiento del agua (ESTEBAN, 2007). En el otro extremo se sitúan países como Argentina y Bolivia, que han revertido procesos

privatizadores del agua ante los elevados precios que habían alcanzado. Es de destacar los casos de Uruguay (2004) e Italia (2011), los cuales mediante referéndum han rechazado la privatización de este sector.

Más allá de la situación concreta de los servicios del agua en cada país, conceptos como agua virtual y huella hídrica reafirman la dimensión geopolítica del agua (SEGRELLES, 2007). Ambos conceptos están íntimamente ligados. El *agua virtual* se refiere a la cantidad de agua necesaria para producir una mercancía o servicio, tales como los productos alimenticios, industriales, actividades turísticas o de ocio. Así, la importación y exportación de estos productos implica la importación y exportación de agua virtual (CHAPAGAIN; HOEKSTRA, 2004). La *huella hídrica*, a su vez, se refiere al volumen necesario para producir los bienes y servicios consumidos por la población de un territorio dado (CHAPAGAIN; HOEKSTRA; SAVENEU, 2005). Esta huella puede ser interna (volumen que procede del propio país) y/o externa (cuando el volumen de agua procede de otros países). En total, son cuatro los factores que determinan la huella hídrica de un territorio: el volumen de consumo, los patrones de consumo, el clima y las prácticas agropecuarias.

Frente a las amenazas derivadas de este cambio de dimensiones globales, la demanda del Derecho Humano al Agua (ONU, 2010) y la Educación para el Desarrollo Sostenible (ONU, 2002) han de ser los baluartes sobre los que graviten los avances hacia una sociedad más equitativa, democrática y solidaria.

Derecho Humano al agua

El 28 de julio de 2010, a través de la Resolución 64/292, la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU, 2010) reconoció explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento, reafirmando que un agua potable limpia y el saneamiento son esenciales para la realización de todos los derechos humanos. La Resolución exhorta a los Estados y organizaciones internacionales a proporcionar recursos financieros, a propiciar la capacitación y la transferencia de tecnología para ayudar a los países, en particular a los países en vías de desarrollo, a proporcionar un suministro de agua potable y saneamiento saludable, limpio, accesible y asequible para todos.

El derecho humano al agua se basa en la máxima de que ninguna persona puede ser privada de la cantidad de agua de buena calidad suficiente para satisfacer sus necesidades básicas (la alimentación, la bebida, la higiene personal y doméstica, la producción de cultivos de subsistencia y las prácticas culturales), es decir para preservar la vida y la salud. No se refiere, sin embargo a las actividades comerciales, industriales o agrícolas.

Ya en el año 2000, entre los Objetivos de Desarrollo del Milenio establecidos por las Naciones Unidas (ONU, 2000) y que tratan problemas de la vida cotidiana que se consideran graves y/o radicales, se fijó reducir a la mitad para el año 2015 la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento. A tenor de los datos proporcionados por el programa de monitoreo, a fecha de marzo de 2010 el 87% de la población mundial (unos 5.900 millones de personas) dispone ya de fuentes de abastecimiento de agua potable (OMS/UNICEF, 2010). Y esto supone que se está en vías de alcanzar el objetivo marcado. Sin embargo,

en lo relativo al saneamiento los datos no son tan halagüeños. Casi el 39% de la población mundial carece de servicios de saneamiento mejorados y aún queda mucho por hacer para acercarse a la meta. En el mismo sentido del Derecho Humano al Agua, la “Cumbre del Agua 2013” celebrada en Budapest, ha centrado su atención en “El papel del agua y el saneamiento en la agenda global del desarrollo sostenible” (BUDAPEST WATER SUMMIT, 2013).

En Europa ha finalizado recientemente una iniciativa que ahonda en el Derecho Público al agua, subrayando que el “Agua no es un bien comercial, sino un bien público” (RIGHT2WATER, 2013). Así, con fecha de 10 de septiembre de 2013 se ha cerrado la primera Iniciativa Ciudadana Europea, “El derecho al agua y el saneamiento como derecho humano,” promovida por los Sindicatos Europeos de Servicios Público y otros agentes con el objetivo de que la Unión Europea (UE) establezca objetivos vinculantes de una cobertura universal en todos los estados miembros. Con este fin adoptaron el reto de recoger un millón de firmas, objetivo ampliamente superado. En último término se ha reivindicado que se antepongan el disfrute de derechos y la prestación de servicios públicos al mercado y a la competencia, y la preservación de los limitados recursos hídricos públicos para las generaciones futuras.

Esta campaña, obtuvo ya en julio de 2013 su primera victoria cuando el Comisario Europeo de Mercado Interior y Servicios declaró que el agua quedaba excluida de la propuesta de directiva europea sobre concesiones a empresas privadas.

La Educación para el Desarrollo Sostenible: fuente de conocimiento y democracia

Vivimos en una época de profundos cambios socioculturales, en buena medida originados por el desarrollo de la tecnología. Según BYBEE (2000), en una encuesta realizada a historiadores y periodistas estadounidenses, la mayoría de los cien titulares considerados por ellos como los más relevantes del pasado siglo corresponden a acontecimientos que están, directa o indirectamente, relacionados con la tecnología y sus repercusiones en la Sociedad y el Medio Ambiente.

Esta situación ha llevado a que en numerosos países se estén realizando reformas educativas que contemplan la alfabetización científica y tecnológica como una de sus principales finalidades (CROSS, 1999; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996; GOBIERNO VASCO, 2007). DeBOER, (2000) sugiere acercarse al concepto de ‘alfabetización científica’ aceptando su carácter de metáfora y sin limitarse a su significado literal: una alfabetización científica, aunque ha de incluir el manejo del vocabulario científico, no debe limitarse a esa definición funcional. La tesis básica de numerosos autores es que dicha alfabetización exige, precisamente, la inmersión de los estudiantes en una cultura científica (BYBEE, 1997).

Un amplio número de autores y trabajos empíricos apoyan la idea de que la alfabetización científica de la ciudadanía, entendida como una familiarización significativa con los conceptos y procesos de la ciencia en el contexto social, puede ayudar a que la ciudadanía pueda tomar decisiones responsables sobre los avances científico-técnicos y el medio ambiente (BYBEE 1991; HICKS; HOLDEN 1995; TILBURY, 1995).

Por su parte, la competencia científica ha pasado a primer plano a raíz de su utilización desde 1999 por la Organización para la Cooperación y el desarrollo Económicos como eje de la evaluación internacional PISA (OCDE, 2006) y es una de las competencias básicas recomendadas por la Unión Europea (UE, 2006). Definimos *competencia* como la capacidad de poner en práctica de forma integrada, en situaciones y contextos diversos, los conocimientos, destrezas y actitudes desarrollados en el aprendizaje (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2010).

Junto a la competencia científica, el reto de la Educación para el Desarrollo Sostenible ha sido establecido por la ONU a través del Decenio para la EDS. Se trata de un proceso de aprendizaje basado en las ideas y principios subyacentes a la sostenibilidad. Debe ser entendido como una base para la educación y aprendizaje de calidad desde la cual se aborden temas como la reducción de la pobreza, los modos de vida sostenibles, el cambio climático, la equidad de género, la responsabilidad social corporativa y la protección de las culturas indígenas, entre otros (UNESCO, 2009).

A su vez, la EDS busca desarrollar el conocimiento, las habilidades, las perspectivas y los valores que contribuyan al empoderamiento de personas de todas las edades para asumir sus responsabilidades en la creación y disfrute de un futuro sostenible (UNESCO, 2009). La Educación, en su sentido más amplio, está consecuentemente ligada al desarrollo equilibrado, el cual toma en consideración las dimensiones sociales, culturales, medioambientales y económicas de una calidad de vida mejorada para las generaciones presentes y futuras.

De forma paralela a la salvaguarda del Derecho Humano al Agua, el uso sostenible del agua y del territorio es indispensable. Y la Educación es la herramienta fundamental para proporcionar conocimientos, actitudes y destrezas sobre las características del ciclo del agua y su aprovechamiento, pero además debería enfocarse como una herramienta para generar sostenibilidad en el día a día de las personas y de las comunidades (TILBURY, 1995; GOUGH, 2005), incluso en aquellos lugares donde la abundancia y calidad del agua no se vea amenazada.

No en vano el concepto de sostenibilidad está presente en prácticamente todos los ámbitos y debe ser tenido en cuenta especialmente desde el ámbito de la Educación (ARIZALETA, 2010). Por tanto, la Educación para la Sostenibilidad se trata de un proceso educativo permanente que busca generar conciencia para el desarrollo sostenible dejando claro que conciencia es el conocimiento, las actitudes, los valores y la acción sobre un determinado tema o problema. Implica por tanto una nueva manera de pensar el mundo, que integra las dimensiones ecológica, social y económica en un gran abanico de conocimientos, saberes y habilidades para la acción, que sobrepasan la parcelación del saber. La sostenibilidad incluye pues la elaboración colectiva de códigos de interpretación (normas, pautas, iniciativas etc.) y de comportamiento sobre la base no sólo de una nueva tecnología más respetuosa con el medio, sino, sobre todo, del desarrollo de una nueva ética que oriente la capacidad humana de actuar (GELI; ARBAT, 2002).

Dificultades para la enseñanza-aprendizaje del ciclo del agua

Por su relevancia y transversalidad, el ciclo del agua es considerado como uno de los más importantes en la naturaleza (BAR, 1989), constituye un aspecto crucial en los currícula de ciencias de la enseñanza obligatoria y sin duda, su estudio va mucho más allá de la mera formación científica del alumnado.

El ciclo del agua se esquematiza idealmente a modo de un sistema en el que las entradas corresponden a las Precipitaciones. Al llegar al suelo, una parte circula en superficie hacia la red de drenaje y hacia las zonas de agua libre (mares, lagos, etc.), conformando la Escorrentía superficial. Otra parte entra en el suelo (reserva de agua del suelo) y en el subsuelo, alimentando las aguas subterráneas (a menudo confinadas en acuíferos) mediante la Infiltración. En todas las etapas del ciclo se producen procesos de retorno de agua a la atmósfera, a través de la evaporación de agua desde el suelo por efecto de la temperatura y a la transpiración asociada a la vegetación. Ambas se agrupan en la denominada Evapotranspiración. Esta dinámica implica una igualdad entre las entradas y salidas, de manera que suele representarse por la ecuación: $P = ET + R + I$, si bien no representa los flujos internos que interrelacionan las interacciones entre las aguas contenidas en el suelo (aguas freáticas, aguas subterráneas...) y las aguas superficiales.

Este esquema es asumido de manera visual con relativa facilidad por el alumnado, la cual choca con la gran dificultad en reflexionar y asumir cada una de las partes (BACH; BRUSI, 1988). Así la facilidad conceptual es engañosa y posee numerosos obstáculos (MASSA, 1994): la complejidad de los conceptos científicos implicados (MÁRQUEZ et al., 2003), cuya comprensión requiere un alto nivel de abstracción (BEN-ZVI-ASSARF; ORION, 2005); las dificultades de comprensión de las diferentes fases (BACH; BRUSI, 1988) y la gran cantidad de factores, interacciones y procesos implicados (PRIETO; BLANCO; GONZALEZ, 2000).

El ciclo del agua, si bien a menudo es representado e imaginado en una escala mayor, en realidad ocurre a nivel de la cuenca hidrográfica, unidad natural del territorio y de gestión de los recursos hídricos. La cuenca hidrográfica se define como una superficie de terreno que concentra las aguas de precipitación en un sistema de drenaje (BACH, 2001). Los límites geográficos de la cuenca están conformados por las sierras montañosas circundantes que actúan como divisorias de aguas, delimitando la superficie que corresponde a cada valle.

Es importante que el alumnado entienda que ellos y ellas son parte del ciclo. Desde los procesos de transpiración y excreción de cada individuo hasta el consumo directo de agua y alimentos como las actividades que desarrolla a lo largo del día y en definitiva en su modo de vida. Todo ello repercute en el ciclo del agua a nivel local y, en última instancia, a nivel global.

Tradicionalmente la instrucción se ha abordado desde una visión pasiva y ajena a su ciclo, centrado en las características físico-químicas de la molécula del agua y de los estados que adopta, sin apenas inferencias entre el uso del recurso y del territorio sobre cada una de sus fases (BEN-ZVI ASSARAF et al., 2005). Así, el agua no se relaciona con el suelo, ni con la vegetación, ni se subraya que el agua es un elemento

fundamental en cualquier ecosistema. El ciclo del agua se aborda de manera abstracta, de un modo alejado al día a día.

El análisis de las representaciones del ciclo del agua en los libros de texto confirma esa tendencia. Diversos autores han subrayado la importancia de las imágenes en las primeras etapas del desarrollo psicoevolutivo de los niños y niñas (BRUNER, 2001; BALLUERKA, 1995; CARNEY y LEVIN, 2001), las cuales a menudo prevalecen sobre el texto escrito. Sin embargo, presentan carencias que pueden malograr un aprendizaje significativo desde las primeras etapas (REYERO et al., 2007).

Respecto al contenido relativo al ciclo del agua en los libros de texto, la concepción utilitarista del agua, es decir, la necesidad de su aprovechamiento, es una constante, al menos en los libros de España y Portugal de niveles no universitarios (ANTORANZ, 2004). Así, se detecta una marcada ausencia del significado del agua en el plano de las emociones humanas, del valor patrimonial de memoria e identidad de los ríos y las culturas. En lo referente a las dificultades de la enseñanza-aprendizaje del ciclo del agua, se han estudiado las ideas del alumnado de diferentes niveles sobre el aprendizaje del ciclo del agua y otros conceptos asociados (HENRIQUES, 2002; GUNCKEL et al., 2012). En las etapas iniciales y medias habitualmente el alumnado no concibe el agua como algo dinámico ni cíclico (BEN-ZVI ASSARAF; ORION, 2010) y no visualizan la conexión entre el agua de una ubicación y de otras. El alumnado de los primeros grados a menudo no reconocen el agua en la atmósfera e identifican las nubes como si estuvieran formadas por algodón o humo (PIAGET, 1930).

Además, las y los estudiantes tienden a centrarse en los componentes atmosféricos, ignorando procesos asociados con las aguas subterráneas, con el agua del suelo fuera de los ríos y con el agua en los sistemas bióticos (BEN-ZVI ASSARAF; ORION, 2010). Es más, tienden a ver el ciclo del agua como una representación de un libro de texto, y no conectan esta representación del ciclo del agua con su comprensión del agua en su propia localización geográfica (ENDRENY, 2010).

El alumnado a menudo tiene dificultades para describir el agua y sus procesos en aquellas partes no visibles del ciclo (COVITT et al., 2009). Por ejemplo, cuando se mencionan las aguas subterráneas aparecen representados en compartimentos subterráneos, lagos, arroyos o láminas (DICKERSON et al., 2007), sin conexión alguna con las rocas del subsuelo (CARDAK, 2009). Poseen concepciones inapropiadas sobre el tamaño y la escala de los acuíferos y visionan las aguas subterráneas como la parte final del ciclo hidrológico (BEN-ZVI ASSARAF; ORION, 2005).

Los estudiantes tienen una variedad de concepciones acerca de las cuencas hidrográficas. Pueden pensar en estructuras a modo de contenedores, o pueden tener ideas más desarrolladas acerca de los sistemas fluviales, pero raramente ven las cuencas conectadas a través de los procesos de evaporación, condensación y precipitación (SHEPARDSON et al., 2009; ENDRENY, 2010). A menudo, limitan las cuencas a los terrenos montañosos, áreas de gran relieve y elevación, relacionadas con el prototipo que se muestra en los libros, y sin ninguna relación con la realidad física de las cuencas donde viven (SHEPARDSON et al., 2007). Así raramente el alumnado identifica el origen del agua y otros materiales en la superficie terrestre de la cuenca.

En definitiva, según las concepciones de las y los estudiantes, el agua y su ciclo carecen de conexiones con la cuenca y adolecen de funciones tales como el ser un disolvente,

una parte importante de los seres vivos y un sistema de transporte en los sistemas bióticos y en la propia cuenca. Todo esto sugiere que las sucesivas etapas educativas contribuyen escasamente al desarrollo de una ciudadanía bien informada sobre las cuencas hidrográficas o sobre la procedencia y destino del agua potable. Es necesario por tanto invertir cuanto antes esta realidad. La Educación Pública, la difusión de información y la transparencia son la base de unas políticas acordes a los fundamentos de los sistemas democráticos (ALDANA, 2008) con proyección al futuro y en clave de sostenibilidad. En ese sentido, la EDS tiene como principal objetivo integrar los valores inherentes al desarrollo sostenible mediante todas las formas de educación (UNESCO, 2009). Esta capacitación redundará en mayores cotas de justicia social y democracia.

Propuestas para superar estas dificultades: criterios claves para su enseñanza y capacitación

Las ideas del alumnado sobre las cuencas hidrográficas son incompletas o poco desarrolladas, de modo que la instrucción debe ayudarles a construir modelos conceptuales a partir de sus propias ideas que progresivamente se acerquen a los modelos científicos aceptados (SHEPARDSON et al., 2007). Por lo tanto, el diseño de un plan de estudios basado en las ideas de los estudiantes y que esté enfocado hacia una perspectiva científica es esencial (NRC, 2012).

La bibliografía relativa a las concepciones de los y las estudiantes muestra que existen una serie de conceptos que deben ser trabajados al objeto de mejorar la comprensión sobre el ciclo del agua y las cuencas hidrográficas (adaptado de SHEPARDSON et al., 2007) y la relevancia y responsabilidad de nuestras actuaciones en el día a día sobre el Planeta:

- ✓ Concepto de cuenca hidrográfica: porción terrestre que proporciona escorrentía que alimenta ríos y arroyos, el nivel freático y las aguas subterráneas. Los arroyos de menor entidad fluyen en ríos mayores formando una red que fluye a un río principal. Los límites de cada cuenca vienen determinados por las sierras montañosas y se definen en base a la elevación, la cual determina la dirección en la que fluirá la escorrentía. Cada porción de la superficie terrestre es una parte de una cuenca, incluidos aquellos lugares donde vivimos, trabajamos o estamos.
- ✓ Los sedimentos, otras sustancias y contaminantes procedentes de la superficie terrestre son transportados por el sistema fluvial hacia lagos u océanos. Los contaminantes transportados proceden a menudo de la contaminación difusa: fertilizantes y pesticidas, por ejemplo, si bien cada vez tenemos más conocimiento sobre otros contaminantes, como las sustancias emergentes.
- ✓ Toda actuación que realizamos en cualquier punto de una cuenca hidrográfica tiene su repercusión sobre la red fluvial y en último término sobre el ciclo del agua. Así, el grado de alteración de la vegetación que tapiza una cuenca, los usos del suelo y el grado de artificialización y urbanización del territorio, las actividades industriales, los embalses y captaciones, el aprovechamiento de las aguas subterráneas... junto a las características del medio físico y las condiciones climáticas condicionan el ciclo del agua.

Unido al aprendizaje de estos conceptos a partir de las ideas del alumnado, resulta de interés realizar actividades tales como:

- ✓ La delimitación y ubicación geográfica de la cuenca, y dentro de la propia cuenca,

de la procedencia del alumnado en los recursos cartográficos *on line* y/o sobre mapas impresos.

- ✓ Realizar un pequeño itinerario por la cuenca con el objetivo de explorar los usos del suelo en su subcuenca y contrastar su diagrama de cuenca inicial con el obtenido tras la prospección.
- ✓ Determinar la procedencia y destino del agua potable del centro educativo o de los hogares del alumnado. Se debe delimitar la subcuenca vertiente al sistema de abastecimiento y la subcuenca receptora de las aguas una vez depuradas.
- ✓ Conocer cuál es el precio del litro del agua a partir de una factura reciente y compararla con el precio del litro del agua embotellada. Así mismo, conocer la realidad del acceso al agua en otras latitudes.
- ✓ Abordar ejercicios para reflexionar sobre cómo impactan las acciones personales sobre la cuenca local y cómo las cuencas conectan áreas de origen de sedimentos con las áreas deposicionales de los mismos.

Por último, es imprescindible adoptar a nivel personal los siguientes compromisos (modificado a partir de ELOSEGI et al. (2013)). Nosotros y nosotras podemos ser el mejor ejemplo para nuestros educandos:

- ✓ Hacer un uso frugal del agua. A pesar de que nos pueda parecer abundante se debe intentar reducir el consumo en el día a día mediante el cambio de costumbres y cambios tecnológicos en el hogar, en la escuela...
- ✓ Cuidar la calidad del agua en casa y en la Escuela. Todos y todas vivimos en una cuenca. Nuestros desechos pueden contaminar los cauces. No eches basura por el inodoro ni a los cauces.
- ✓ Colaborar en las campañas de limpieza y de restauración de los cauces y de la vegetación de ribera. Un grupo siempre hace más que una persona en solitario. Consulta a los profesionales antes de nada.
- ✓ Infórmate (y fórmate) sobre tu río y tu cuenca. Hoy en día la información disponible es abundante y casi siempre disponible.
- ✓ Donar dinero o dedicar tiempo a los grupos de conservación de la naturaleza.
- ✓ Unirse a campañas de protección y conservación. Participar en campañas contribuye a desarrollar conciencias. Implica a tu centro educativo y a tus círculos cercanos.
- ✓ Compartir tu conocimiento y tus valores con los demás. La mayoría de los derechos humanos han surgido de la conciencia pública hasta ser aceptados a nivel social. Tus convicciones pueden resultar de ayuda a otras personas. ¡Sé optimista!

El grado de alteración de nuestras cuencas a día de hoy es elevado. Su restauración o mitigación requieren el mayor grado de cooperación institucional posible, y un alto grado de colaboración y apoyo del público (WFD-CIS, 2002). Junto al resto de la población, las y los estudiantes deben tomar parte activa en las decisiones que se adopten desde el conocimiento de la repercusión que sus actividades sobre el ciclo del agua (EPA, 1996). Para ello cada alumno y cada alumna debería sentirse parte de su cuenca y convertirse en un consumidor racional y un defensor del agua y del territorio. De hecho, el concepto de cuenca hidrográfica puede ser una poderosa herramienta de aprendizaje que pueden motivar a los estudiantes a involucrarse en conductas ambientalmente responsables.

Referencias

- ALDANA, A.L. Entendiendo el ciclo hidrológico: clave para el desarrollo sostenible. **Boletín de la OMM**, vol.57, n.3, 2008.
- ANTORANZ, M.A. **El agua en los libros de texto de niveles no universitarios**. Una Nueva Cultura del Agua para el Duero. Curso de Verano. Universidad de Burgos, 2004.
- BACH, J. Los recursos hídricos y el sistema cuenca. Alambique (versión electrónica). **Revista Alambique**, vol. 27, 2001.
- BAKEAZ. **El agua, patrimonio ecosocial**. La Directiva Marco del Agua. Bakeaz. Bilbao, 2011.
- BALLUERKA, N. **Como mejorar el estudio y aprendizaje de textos de carácter científico**. Publicaciones Universidad del País Vasco, 2005.
- BAR, V. Children's views about the water cycle. **Science Education**, vol.73, n.4, p.481-500, 1989.
- BEN-ZVI ASARAF, O.; ORION, N. A study of junior high students' perceptions of the water cycle. **Journal of Geoscience Education**, vol.53, p.366-373, 2005.
- BEN-ZVI ASSARAF, O.; ORION, N. System thinking skills at the elementary school level. **Journal of Research in Science Teaching**, vol.47, p.540-563, 2010.
- BUDAPEST WATER SUMMIT. **Give the future a chance!** Recuperado el 3 de marzo de <<http://www.budapestwatersummit.hu>>, 2013.
- BYBEE R. 2000. Achieving Technological Literacy: A National Imperative. **The Technology Teacher**, p.23-28, set., 2000.
- BYBEE, R. 1991. Planet Earth in Crisis: How Should Science Educators Respond? **The American Biology Teacher**, vol. 53, n.3, p.146-153, 1991.
- BYBEE, R. Towards an Understanding of Scientific Literacy. In: GRAEBER, W.; BOLTE, C. (Eds.) **Scientific Literacy**. Kiel: IPN, 1997.
- CARDAK, O. Science Students' Misconceptions of the Water Cycle According to their drawings, **Journal of Applied Sciences**, vol.9, n.5, p.865-873, 2009.
- CARNEY, R.N.; LEVIN, J.R. Pictorial illustrations still improve students learning from text, **Educational Psychology Review**, vol.14, n.1, p.5-26, 2002.
- CHAPAGAIN, A.K.; HOEKSTRA, A.Y. **Water Footprints of Nations, volume 1: Main Report**. Informe de la serie "El Valor del Agua", n.16, UNESCO-IHE, Delft, Países Bajos, 2004
- CHAPAGAIN, A.K.; HOEKSTRA, A.Y.; SAVENIJE, H.H.G. **Saving Water Through Global Trade**. Informe de la serie "El Valor del Agua", n.17, UNESCO-IHE, Delft, Países Bajos, 2004.
- COVITT. Comisión independiente sobre la población y la calidad de vida, 1998. **Elegir el futuro: un programa radical para la mejora sostenible de la calidad de vida**. Madrid. Instituto de Estudios Políticos para América Latina y África. Recuperado el 10 de enero de 2014 en <<http://ww.euroSur.otg/futuro>>, 2009.
- CROSS R. (Editorial) The public understanding of science: implications for education. **International Journal of Science Education**, vol.21, n.7, p.699-702, 1999.

- DeBOER G. Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to science Education Reform. **Journal of Research in Science Teaching**, vol.37, n.6, p.582-601, 2000.
- DICKERSON, D.; PENICK, J.E.; DAWKINS, K.; VAN SICKEL, M. Groundwater in science education. **Journal of Science Teacher Education**, vol.18, p.45-62, 2007.
- DICKERSON, D.; DAWKINS, K. Eighth grade students' understandings of groundwater. **Journal of Geoscience Education**, vol.52, p.178-181, 2004.
- DOVE, J.E. Student preferences in the depiction of the water cycle and selected landforms. **International Research in Geographical and Environmental Education**, vol.6, p.135-147, 1997.
- DUDGEON, D. Prospects for sustaining freshwater biodiversity in the 21st century: inking ecosystem structure and function. **Curr Opin Environ Sustain**, vol.2, p.422-30, 2010.
- ELOSEGI, A.; SABATER, S.; BOULTON, A. Concluding remarks in river conservation. En ELOSEGI, A.; SABATER, S. (eds.). **River conservation: Challenges and opportunities**. Fundación BBVA, 2013. p.359-376.
- ENDRENY, A.H. Urban 5th graders conceptions during a place-based inquiry unit on watersheds. **Journal of Research in Science Teaching**, vol.47, p.501-517. 2010.
- EPA - Environmental Protection Agency. **The "why watersheds?" report**. Recuperado el 10 de enero de 2014 en <<http://www.epa.gov/watertrain/whywatersheds.html>>, 1996.
- GELI, A.M.; ARBAT, E. (eds.). **Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores**. Girona: Universitat de Girona/Xarxa . ACES, 2002.
- GOBIERNO VASCO. **Decreto 175/2007** por el que se establece el curriculum de la Educación Básica y se implanta en la CAPV (modificado por el Decreto 97/2010), 2007.
- GOUGH, A. Sustainable Schools: renovating educational processes. **Applied Environmental Education and Communication**, vol.4, p.339-351, 2005.
- GUNCKEL, K.L.; COVITT, B.A.; SALINAS, I.; ANDERSON, Ch.W. A Learning Progression for Water in Socio-Ecological Systems. **Journal of Research in Science Teaching**, vol.49, n.7, p.843-868, 2012.
- HENRIQUES, L. Children's ideas about weather: A review. **School Science and Mathematics**, vol.102, n.5, p.202-215, 2002.
- HICKS, D.; HOLDEN, C. Exploring The Future A Missing Dimension in Environmental Education, **Environmental Education Research**, vol.1, n.2, p.185-193, 1995.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate change 2007: Synthesis report.. In: CORE WRITTING TEAM; PACHAURI, R.K.; RESISINGER, A. (Eds.), **Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. IPCC, Geneva, Switzerland, 2007.
- MARCESELLI, F. **Cooperación al desarrollo**. Bases teóricas para la transformación ecológica de la cooperación al desarrollo. Bakeaz. Bilbao, 2012.
- MÁRQUEZ, C; IZQUIERDO, M.; ESPINET, M. Comunicación multimodal en la clase de ciencias: el ciclo del agua. **Enseñanza de las Ciencias**, vol.21, n.3, p.371-386, 2003.

- MARTÍNEZ-GIL, F.J. **La nueva cultura del agua en España**. Bakeaz-COAGRET. Bilbao, 1997.
- MEA - **Millennium Ecosystem Assessment**. Ecosystems and Human Well-being. Synthesis, Island Press, Washington, DC, 2005.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas**. Washington, D.C.: National Academies Press, 2012.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **National Science Education Standards**. Washington, DC: National Academy Press, 1996.
- OBSERVATORIO DE PRIVATIZACIONES DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE. **Agua y privatizaciones**. Recuperado el 12 de febrero de 2014 en <<http://pendientedemigracion.ucm.es/info/odsp/articulos/aa0003.pdf>>, 2006
- OMS/UNICEF. **Programa conjunto de Monitoreo de Abastecimiento de Agua y el Saneamiento**. Progresos en materia de saneamiento y agua potable. Informe de actualización, 2010.
- ONU. ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS. **Resolución 64/292**, aprobada por la Asamblea General del 28 de julio de 2010. "El derecho humano al agua y el saneamiento", 2010.
- ONU-UN. **Resolución 57/254 de Diciembre de 2002 de la Asamblea General de las Naciones Unidas** relativa al Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible (2005-2014) y designó a la UNESCO como órgano responsable de la promoción del Decenio, 2002.
- ORTEGA, E. La privatización de los servicios públicos en España. In: **Comisión de Servicios Públicos y Comercio Internacional de ATTAC**. España, 2012. p.23-41.
- PIAGET, J. **The child's conception of physical causality**. London: Routledge. 1930.
- PORTO-GONÇALVES, C.W. El agua no se niega a nadie. **Polis** [En línea], 14., recuperado el 30 marzo 2014 de <<http://polis.revues.org/5127>>, DOI: 10.4000/polis.5127.
- PRIETO, T.; BLANCO, A.; GONZALEZ, F. **La materia y los materiales**. Madrid: Síntesis, 2000.
- REYERO, C.; CALVO, M.; VIDAL M. P.; GARCÍA, E.; MORCILLO J.G. Las ilustraciones del ciclo del agua en los textos de Educación Primaria. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, vol.15, n.3, p.287-294, 2007.
- RIGHT TO WATER**. Recuperado el 30 de enero de 2014 de <<http://www.right2water.eu/es>>, 2013.
- SEGRELLES, J.A. **Geopolítica del agua en América Latina: Dependencia, Exclusión y Exclusión**. Recuperado el 16 de marzo de 2014 de <www.ecoportal.net>, 2008.
- SHEPARDSON, D.; WEE, B.; PRIDY, M., SCHELLENBERGER, L.; HARBOR, J. What is a watershed? Implications of student conceptions for environmental science education and the national science Education standards. **Science Education**, vol.91, p.523-553, 2007.
- SHEPARDSON, D.; WEE, B.; PRIDY, M.; SCHELLENBERGER, L.; HARBOR, J. Water transformation and storage in the mountains and at the coast: Midwest students' disconnected conceptions of the hydrologic cycle. **International Journal of Science Education**, vol.31, p.1447-71, 2009.

THE AMSTERDAM DECLARATION. **International Humanist and Ethical Union**. Recuperado el 14 de marzo de 2014 de <<http://iheu.org/humanism/the-amsterdam-declaration>>, 2002.

TILBURY, D. Environmental Education for Sustainability: defining the new focus of Environmental Education in the 1990s. **Environmental Education Research**, vol.1, p.195-212, 1995.

UNESCO. **Educación para el Desarrollo Sostenible**. Objetivos. Recuperado el 5 de marzo de 2014, de <<http://portal.unesco.org/education/es/ev.php>>, 2009.

VITOUSEK, P.M. Beyond global warning, ecology and global change. **Ecology**, vol.75, n.7, p.1861-76, 1994.

WFD-CIS - **Water Framework Directive Common Implementation Strategy**. Guidance on public participation in relation to the Water Framework Directive, European Commission - DG Environment, 2002. p.1-66.

Submetido em outubro de 2013, aceito para publicação em abril de 2014.