

# La ciencia de la sostenibilidad en la formación del profesorado de ciencias<sup>[\*]</sup>

Amparo Vilches<sup>1</sup> y Daniel Gil Pérez<sup>2</sup>

Universitat de València. E-mail: <sup>1</sup> [amparo.vilches@uv.es](mailto:amparo.vilches@uv.es), <sup>2</sup> [daniel.gil@uv.es](mailto:daniel.gil@uv.es)

[\*] Este artículo ha sido concebido como contribución a la Década de la Educación para un futuro sostenible, instituida por Naciones Unidas para el periodo 2005-2014. (Ver <http://www.oci.es/decada/>).

[Recibido en enero de 2013, aceptado en abril de 2013]

Este trabajo analiza el papel que debe y puede jugar la Educación para la Sostenibilidad en la formación del profesorado de Ciencias. Con este propósito, se estudian las razones que justifican su incorporación en el Máster de Formación del Profesorado, se discuten algunas dificultades que están limitando la efectividad de dicha incorporación y se describen estrategias que ya se están utilizando para contribuir a superar los obstáculos encontrados. Como parte de este estudio se dedica una especial atención al reciente y revolucionario surgimiento de un nuevo campo de conocimientos, la *Ciencia de la Sostenibilidad*, en cuyo desarrollo la educación y por tanto la formación del profesorado juegan, como se intenta mostrar, un papel fundamental.

**Palabras clave:** Ciencia de la sostenibilidad; Educación para la Sostenibilidad; Participación ciudadana en la toma de decisiones; Formación del profesorado.

## Sustainability science in science teachers' training

This paper tries to justify the necessity of Education for Sustainability into the teachers' training curriculum. With this purpose we analyze its incorporation into the Spanish compulsory Master for Secondary Teachers' Training, we discuss some difficulties that are hindering the effectiveness of this incorporation and describe strategies that can be used to overcome the obstacles faced. As part of this study, we dedicate a special attention to the recent and revolutionary emergence of a new field of knowledge, the *Sustainability Science*, trying to show the essential role played by education in its powerful development.

**Key words:** Sustainability Science; Education for Sustainability; Citizens' Decision Making; Teachers' Training.

## Introducción

Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias dedica este monográfico de 2013 a la formación inicial del profesorado de Secundaria. En el editorial del número 9(2) de 2012 se realizó un llamamiento al envío de contribuciones en el que se señalaba: “*Hemos manifestado en numerosas ocasiones nuestro interés y compromiso con la formación del profesorado de ciencias, dado que dicha tarea constituye, a nuestro juicio, una de las formas más directas y adecuadas para establecer puentes entre la didáctica de las ciencias y las prácticas de aula. En coherencia con esta convicción, la revista creó en su momento una sección dedicada a esta temática, publicó sendos Manifiestos en defensa de la dignificación de la formación inicial del profesorado de Educación Secundaria, y ha dedicado editoriales solicitando aportaciones en ese ámbito ... Se pretende que dicho monográfico sea lo más plural posible, dando cauce a la expresión de distintas sensibilidades, puntos de vista, propuestas, reflexiones, críticas... relacionadas con la formación que se está impartiendo (y la que se podría o debería impartir) en las especialidades de ciencias de dicho Máster*”.

Compartimos con los responsables de la revista la importancia dada a la formación del profesorado y les felicitamos por la iniciativa de dedicar un monográfico a dicha problemática. De hecho participamos en 2010 en la sección que la revista dedica a la Formación del profesorado de Ciencias (Vilches y Gil Pérez, 2010) con una contribución en torno a los primeros pasos del Máster de Secundaria, implantado en la mayor parte de universidades en el curso 2009-2010. En dicho trabajo se analizaron las condiciones poco favorables de su puesta en marcha y, muy en particular, la ausencia de las necesarias inversiones, pero pese a estas

limitaciones se valoró positivamente su implantación en respuesta a los serios problemas señalados por la investigación, los resultados de las evaluaciones internacionales y los informes de comisiones de expertos como, por ejemplo, el *Informe Rocard* (Rocard et al., 2007) o los *National Science Education Standards* (National Academy of Sciences, 1995), centrados en la educación científica.

En dichos estudios, así como en las directrices marcadas por el llamado proceso de Bolonia, se insiste en la necesidad de renovar la enseñanza, en todos sus niveles, para que el aprendizaje responda a un proceso de indagación, de investigación en torno a problemas relevantes y de interés para los estudiantes. En el caso de la enseñanza de las ciencias, ello supone favorecer la inmersión en las distintas dimensiones de la cultura científica (Gil Pérez et al., 2005), desde el planteamiento de problemas a la consideración de las relaciones CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente), pasando por diseños experimentales para la puesta a prueba de las hipótesis que orientan una investigación, todo ello dirigido a la construcción de cuerpos coherentes de conocimientos. En consecuencia, el máster ha sido concebido, *y ha de ser planteado*, para contribuir a esta necesaria renovación de la enseñanza, más allá de la simple incorporación de nuevo profesorado al sistema educativo (Vilches y Gil Pérez, 2007).

Del mismo modo, APICE (Asociación Española de Profesores e Investigadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales) ha prestado desde sus orígenes una atención especial al máster, analizando su puesta en marcha en la XII Asamblea celebrada en 2010 en Jaén con estudios cuyos resultados (Benarroch, 2011) señalaban que la idoneidad del máster profesional tanto para la formación del profesorado como para contribuir a la renovación de la enseñanza de las ciencias, exigía utilizar para dicha formación modelos de enseñanza coherentes con los que se reclama que utilicen los futuros profesores y profesoras, prestar una especial atención al perfil de los tutores de los períodos de prácticas docentes y a su coordinación, etc.

En este monográfico se pretende analizar, ya con una cierta perspectiva, qué ha sucedido a lo largo de estos primeros años del máster, cómo se ha avanzado y, sobre todo, cuáles siguen siendo las dificultades y cómo superarlas. Nosotros hemos querido participar en el mismo con una contribución dedicada a estudiar en qué medida el Máster de Formación del Profesorado de Secundaria está dando una respuesta adecuada a la necesidad de introducir la educación para la sostenibilidad en todas las áreas y niveles educativos como una componente curricular clave. Para ello, analizaremos el porqué de esta necesidad y relevancia, refiriéndonos a los orígenes de su incorporación, así como a algunas concreciones de cómo se está haciendo y muy en particular a qué conviene hacer y por qué. Y dedicaremos un último apartado al reciente y revolucionario surgimiento de un nuevo campo de conocimientos, la *Ciencia de la Sostenibilidad*, en cuyo desarrollo la educación y por tanto la formación del profesorado juegan, como intentaremos mostrar, un papel fundamental.

## **La educación para la sostenibilidad: una componente esencial de la formación del profesorado**

La necesidad de incorporación de la sostenibilidad en la educación, y muy en particular la educación para la sostenibilidad en la formación del profesorado, queda reflejada en el propio lanzamiento de la Década de la educación para un futuro sostenible (2005-2014): “*El Decenio de las Naciones Unidas para la educación con miras al desarrollo sostenible pretende promover la educación como fundamento de una sociedad más viable para la humanidad e integrar el desarrollo sostenible en el sistema de enseñanza escolar a todos los niveles. El Decenio intensificará igualmente la cooperación internacional en favor de la elaboración y de la puesta en común de prácticas, políticas y programas innovadores de educación para el desarrollo sostenible*

Se trata de un objetivo central que se viene reclamando desde hace tiempo: impulsar en todos los niveles educativos, así como desde la formación no reglada, una educación basada en la solidaridad, que contribuya a superar la tendencia a orientar el comportamiento de la ciudadanía en función de intereses particulares a corto plazo, que favorezca una correcta percepción de los graves problemas interconectados a los que se enfrenta la humanidad, genere actitudes y comportamientos responsables y prepare para la toma de decisiones fundamentadas dirigidas al logro de un futuro sostenible (Vilches y Gil Pérez, 2003 y 2012; Tilbury, 1995; Duarte, 2006).

Así mismo, en la Conferencia Mundial de UNESCO para la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) (Bonn, 2009, [en línea](#)), celebrada en el ecuador de la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible, en el “llamamiento a la acción” se señalaba entre otras muchas cosas la necesidad de:

*“Apoyar la incorporación de temas del desarrollo sostenible, mediante una estrategia integrada y sistemática, en todos los niveles de la educación formal, no formal e informal, en particular mediante la elaboración de métodos pedagógicos eficaces, la formación de docentes, las prácticas de enseñanza, los planes y programas de estudio, los materiales didácticos y el fomento del liderazgo en el sector educativo, y también mediante el reconocimiento de la significativa contribución de la educación no formal y el aprendizaje informal, la formación profesional y el aprendizaje en el lugar de trabajo. El desarrollo sostenible es un tema transversal importante para todas las disciplinas y todos los sectores.”*

*“Reorientar los programas de elaboración de planes de estudio y formación de docentes, con miras a integrar la EDS en los programas de formación inicial y de perfeccionamiento para docentes en funciones. Alentar a las instituciones de formación de docentes, los maestros y los profesores a crear redes y a elaborar e investigar las prácticas pedagógicas idóneas. En particular, ayudar a los docentes a formular estrategias de EDS aplicables a clases numerosas y a evaluar los procesos de aprendizaje de la EDS.”*

Unos llamamientos que están teniendo un creciente eco en jornadas y congresos en torno a la problemática así como en las revistas educativas, como muestran recientes monográficos dedicados a la sostenibilidad y la educación para la sostenibilidad en, entre otras, la *Revista de Educación*, 2009; *Trayectorias*, 2009; *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2010, *Investigación en la Escuela*, 2010; *School Science Review*, 2010; *Research in Science Education*, 2012, *Revista Profesorado*, 2012, etc., y muy en particular la creación de revistas específicas como *International Journal of Sustainability in Higher Education*, que desde el año 2000 publica los avances relacionados con la incorporación de la sostenibilidad y de la educación para la sostenibilidad en las universidades.

En el monográfico que estas mismas páginas de la revista dedicó en 2010 a la Educación para la sostenibilidad, con motivo de cumplirse el “paso del ecuador” de la Década de la educación por un futuro sostenible, se puso en común y se dio a conocer lo que, “desde la educación científica, estamos haciendo y nos proponemos hacer en respuesta al llamamiento de Naciones Unidas a los educadores de todas las áreas y niveles para que contribuyamos a formar una ciudadanía consciente de la situación de emergencia planetaria y preparada para participar en la adopción de las medidas adecuadas para hacerle frente” (p.167, presentación del monográfico, [en línea](#)). En dicho monográfico pueden verse contribuciones de más de cincuenta autores de diferentes niveles educativos que fundamentan la necesidad de prestar atención a la educación para la sostenibilidad y muestran avances recientes en estudios e investigaciones en el campo de la EDS. En el editorial de dicho número extraordinario, Federico Mayor Zaragoza (2010, p. 177) señalaba que la “sostenibilidad ‘transversal’ debe figurar en todos los programas y en todos los grados, especialmente, en la formación del profesorado”.

Se reclama y es necesario un esfuerzo sistemático por incorporar la educación para la sostenibilidad como una prioridad central en la alfabetización básica de todas las personas, es decir, como un objetivo clave en la formación de los futuros ciudadanos y ciudadanas (Novo, 2006a) y por ello se trata de una competencia imprescindible y urgente en la formación de los docentes que se harán cargo en los diferentes niveles de su educación y de formación de profesionales responsables (Vilches y Gil Pérez, 2007 y 2012). Un esfuerzo de actuación en dicha formación del profesorado que debe contemplar sus dimensiones docentes e investigadoras y tener en cuenta que cualquier intento de hacer frente a los problemas de degradación socioambiental a los que nos enfrentamos ha de contemplar el conjunto de problemas y desafíos que conforman la situación de emergencia planetaria (Vilches y Gil Pérez, 2003). Ese es precisamente uno de los retos fundamentales que se presentan en la formación docente, el carácter sistémico de problemas *y soluciones*: la estrecha vinculación de los problemas, que se refuerzan mutuamente y han adquirido un carácter global, exige un tratamiento igualmente global de las soluciones. Algo que no se contempla todavía de forma adecuada en la educación formal ni en la no reglada y que requiere por tanto su incorporación urgente en la formación docente (Vilches y Gil Pérez, 2007).

La gravedad de la situación requiere acciones educativas apremiantes desde todos los ámbitos, que transformen nuestras concepciones, nuestros hábitos, nuestras perspectivas, las del conjunto de la ciudadanía, que nos orienten en las acciones a llevar a cabo, en las formas de participación social, en las políticas medioambientales para avanzar hacia una mayor eficiencia, hacia una sociedad sostenible; algo imprescindible para los futuros docentes en cuyas manos recae la formación de una ciudadanía responsable. Y estas acciones deben ser fundamentadas, basadas en estudios científicos, en investigaciones realizadas desde las diferentes áreas del conocimiento, que nos permitan lograr una correcta comprensión de la situación y concebir medidas adecuadas.

Podemos recordar los numerosos llamamientos que la propia comunidad científica viene dirigiendo a sus miembros (Lubchenco, 1998) y los estudios científicos convergentes que analizan y alertan de la situación socioambiental y sus causas, avanzando medidas que se requieren adoptar cuanto antes (Bybee, 1991; Worldwatch Institute, 1982-2013; IPCC, 2007). Estos llamamientos no han dejado de multiplicarse. Podemos destacar como otro ejemplo reciente el denominado “*Memorando de Estocolmo: Inclinando la balanza hacia la sostenibilidad*”, documento firmado en 2011 por los laureados con el Nobel participantes en el Tercer Simposio sobre la Sustentabilidad Ambiental, promovido por Naciones Unidas ([En línea](#)). En dicho *Stockholm Memorandum*, más de cincuenta laureados con el Nobel -entre los que figuran los Nobel de Química Mario Molina y Paul Crutzen (quien propuso el término *antropoceno* al periodo actual, para destacar la responsabilidad de la especie humana en los cambios que están teniendo lugar), el de economía Amartya Sen o la Nobel de Literatura Nadine Gordimer, embajadora de buena voluntad del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)- conminan a una urgente transición a la sostenibilidad. El documento termina con estas palabras: “*Somos la primera generación consciente del nuevo riesgo global que enfrenta la humanidad, por lo que recae sobre nosotros cambiar nuestra relación con el planeta para asegurar que dejaremos un mundo sostenible a las futuras generaciones*”.

Una mención especial merece el programa de investigación de 10 años “*Future Earth – Research for Global Sustainability*” ([En línea](#)) lanzado en 2012 tras la Cumbre de la Tierra Rio+20 por el International Council for Science (ICSU), que pretende movilizar a millares de científicos y reforzar los vínculos con los responsables en la toma de decisiones, para fundamentar la transición hacia la sostenibilidad global.

Pero a pesar de todos los llamamientos de expertos e instituciones mundiales y de la gravedad de la situación, la todavía escasa respuesta hace pensar en serios obstáculos que impiden la implicación del conjunto de la ciudadanía, incluida la mayoría de docentes, responsables políticos e incluso muchos científicos, en la construcción de un futuro sostenible. Ello ha dado lugar a estudios que analizan los diferentes obstáculos poniendo de manifiesto la necesidad de superarlos para poder avanzar en el logro de una sociedad sostenible (Vilches y Gil Pérez, 2012). Entre otros, se señala que es preciso evitar planteamientos parciales, centrados exclusivamente en cuestiones ambientales *físicas* (contaminación, pérdida de recursos...); es necesario que se extiendan a otros aspectos íntimamente relacionados, como los graves desequilibrios existentes entre distintos grupos humanos o los conflictos asociados a dichos desequilibrios. Novo (2006b) insiste en el carácter transnacional de la problemática ambiental contemporánea y en la necesidad, por tanto, de análisis y medidas “*globales*” (a la vez globales y locales) para hacerle frente. Ello remite a las medidas políticas, que junto a las educativas y tecnocientíficas resultan imprescindibles para sentar las bases de un futuro sostenible.

Resulta esencial, sin duda, *comprender y hacer comprender* la relevancia que tienen nuestras acciones –lo que hacemos o dejamos de hacer- y construir una visión global de las medidas en las que *debemos y podemos* implicarnos. Son aspectos básicos y relevantes que se deben incorporar en la formación para que el profesorado pueda contribuir desde los campos de su actividad docente e investigadora a la formación de una ciudadanía responsable. *Si deseamos alcanzar los propósitos de una sociedad sostenible, es necesario que nos preguntemos no solo qué se debe aprender, cómo aprender y cómo enseñarlo, sino además cómo podemos generar cambios en las actitudes y comportamientos de nuestros estudiantes de manera que puedan promover prácticas sostenibles* (Barraza y Castaño, 2012, p. 48). Es necesario repensar nuestra educación para que las nuevas generaciones de docentes realicen todo aquello que las generaciones pasadas y actuales no han logrado (Orr, 2004).

Pero es necesaria una acción educativa que no puede limitarse al logro de dicha comprensión, dando por sentado que ello conducirá a cambios efectivos en los comportamientos: un obstáculo fundamental para lograr la implicación de los ciudadanos y ciudadanas en la construcción de un futuro sostenible es reducir las acciones educativas al estudio conceptual. Es necesario, por ello, impulsar el compromiso social y la participación, *establecer compromisos de acción* en los centros educativos y de trabajo, en nuestras ciudades, en las propias viviendas... para *poner en práctica* algunas de las medidas y realizar el seguimiento de los resultados obtenidos. Estas acciones *debidamente evaluadas* se convierten en el mejor procedimiento para una comprensión profunda de los retos y en un impulso para nuevos compromisos. Existen numerosos ejemplos de dichas acciones, porque las posibilidades de contribución a los objetivos de la Década de la educación por un futuro sostenible, a la transición a la sostenibilidad, son múltiples y, a menudo, pueden realizarse como parte de nuestro trabajo habitual, que queda así enriquecido (Vilches y Gil Pérez, 2012). Contribuir a los llamamientos de expertos e instituciones mundiales puede verse así, además de como un compromiso ineludible, como una ocasión de incrementar la relevancia de nuestras investigaciones y el interés de nuestra acción educativa.

La educación para la sostenibilidad constituye por tanto una dimensión esencial en la formación del profesorado pero ¿cómo contribuir a hacerlo posible? ¿Cómo superar las dificultades? ¿Qué se está haciendo y hacia dónde avanzar? ¿Cómo fomentar, en definitiva, la cultura de la sostenibilidad? Dedicaremos los próximos apartados a analizar qué pasos se están dando en la incorporación de la sostenibilidad y la educación para la sostenibilidad en el Máster de formación del profesorado de secundaria, cuáles son las dificultades y cuáles las propuestas para su superación.

## La educación para la sostenibilidad en el máster de profesorado de ciencias de secundaria: algunos obstáculos y avances

En el documento *Directrices para la Sostenibilización Curricular*, publicado en 2005 por la Comisión Sectorial para la Calidad Ambiental, el Desarrollo Sostenible y la Prevención de Riesgos de la CRUE (Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas), revisado y reafirmado en 2009 (En línea), se señalaba: “*Es indudable que la educación superior es una herramienta clave para alcanzar el Desarrollo Sostenible y para la construcción del futuro. Esto obliga a la Universidad a rediseñarse, pues no puede seguir funcionando como hasta ahora si quiere formar profesionales capaces de afrontar los retos actuales y futuros (...) La creación del Espacio Europeo de Educación Superior y la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible (2005-2014) ofrecen una gran oportunidad que hay que aprovechar para consolidar y replicar las buenas prácticas existentes en la educación superior*”.

Se trata de un documento que recomienda promover actuaciones específicas como, entre otras, las que garanticen “*la revisión integral de los currícula desde la perspectiva del Desarrollo Sostenible que asegure la inclusión de los contenidos transversales básicos en sostenibilidad en todas las titulaciones, con el fin de adquirir las competencias profesionales, académicas y disciplinares necesarias*”, señalando así mismo que las universidades españolas deben trabajar para fomentar la investigación para el Desarrollo Sostenible y acciones para capacitar al profesorado para la inclusión de la sostenibilidad en sus disciplinas, adelantando criterios para la sostenibilización curricular.

En convergencia con dichos objetivos, la Orden ECI/3858/2007 que regula los requisitos para los títulos oficiales que habiliten para el ejercicio del profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas en España, incorporó la educación para la sostenibilidad como una de las competencias básicas que se deben adquirir: “*Diseñar y desarrollar espacios de aprendizaje con especial atención a la equidad, la educación emocional y en valores, la igualdad de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, la formación ciudadana y el respeto de los derechos humanos que faciliten la vida en sociedad, la toma de decisiones y la construcción de un futuro sostenible*”(p. 53751).

De hecho, la necesidad de prestar atención a la problemática de la sostenibilidad en la formación del profesorado llevó en 2012, como hemos señalado, a que la Revista *Profesorado* dedicara un monográfico a la problemática *Ambientalización Curricular y Sostenibilidad: Nuevos retos de profesionalización docente*. Una iniciativa esencial porque, como se señalaba en la convocatoria de contribuciones, el profesorado se sitúa “*ante nuevos retos de profesionalización docente encaminados a abordar contenidos inéditos en los currícula e integrados bajo perspectivas y modalidades diversas*” indicando la necesidad de un debate “*acerca de la falta de atención que prestan los currícula contemporáneos a temas relevantes como la sensibilización ambiental, la educación para la conservación, la enseñanza de valores ambientales y el desarrollo de hábitos, compromisos y competencias ambientales en los diferentes niveles del sistema educativo*” (En línea). Podemos destacar en ese sentido las aportaciones de los últimos años en el ámbito universitario a la sostenibilización curricular y la educación para la sostenibilidad realizadas desde, entre otros, la red ACES, constituida por instituciones de diferentes países (En línea) de Latino América y Europa, así como los trabajos llevados a cabo desde la Comisión Sectorial para la Calidad Ambiental el Desarrollo Sostenible y la Prevención de Riesgos (CADEP) de la CRUE (Barrón, Navarrete y Ferrer-Balas, 2010; Aznar et al., 2011).

La introducción de la sostenibilidad como dimensión transversal que debe impregnar el currículo en la formación del profesorado ha constituido un hecho relevante en los últimos años por lo que se refiere al Máster Universitario de formación del Profesorado de Secundaria. La sostenibilidad aparece así, además de en las competencias del Máster, en los objetivos de algunas titulaciones y en los contenidos de algunas disciplinas.

Esta legislación y propuestas derivadas constituyen, por supuesto, un paso importante para que los futuros docentes contribuyan a la formación de una ciudadanía responsable frente a los problemas a los que se enfrenta la humanidad, pero resulta totalmente insuficiente. De hecho unos primeros resultados de evaluaciones de la incorporación de la sostenibilidad en el currículum universitario, muestran que la mayoría del profesorado universitario no está prestando todavía suficiente atención a la sostenibilidad (Aznar et al., 2011) y cabe temer que los docentes del máster de secundaria no son una excepción.

Porque, efectivamente, no basta con que, por ejemplo, las competencias de los futuros docentes de secundaria incorporen referencias a la sostenibilidad, si después las materias y disciplinas no desarrollan contenidos de sostenibilidad, contenidos de educación para la sostenibilidad, que contribuyan a su adquisición (como puede constatarse al asomarse a los contenidos de las asignaturas del máster de la mayoría de universidades de nuestro país) o si el profesorado no lo considera realmente importante y no lo lleva adelante en sus clases (Vilches y Gil Pérez, 2012). De hecho, la escasa cultura de la sostenibilidad entre el profesorado y la utilización de metodologías tradicionales (Barrón, Navarrete y Ferrer-Balas, 2010), entre otros, son algunos de los obstáculos detectados para su real incorporación.

Por otro lado, el hecho de la incorporación de la sostenibilidad en el currículum de secundaria (recorriéndolo transversalmente y dedicándole capítulos específicos en el área de ciencias de la naturaleza) debería favorecer la comprensión por parte del profesorado de la necesidad de su formación en esta problemática, de su implicación en la educación para la sostenibilidad, como así hemos podido comprobar en los tres años de realización del máster. Son muchos los estudiantes futuros docentes que han comentado la necesidad de tener conocimientos y herramientas para poder impartirlos de forma adecuada y contribuir a una educación que favorezca el cambio de actitudes y comportamientos frente a una situación socioambiental cada vez más insostenible. A este respecto resulta extraordinariamente preocupante que la nueva reforma educativa española contemple la supresión de materias como Educación para la ciudadanía y Ciencias para el Mundo Contemporáneo, que constituyen ocasiones privilegiadas para contribuir a una educación de la ciudadanía y de futuros profesionales preparados para su participación en la toma de decisiones fundamentadas y en particular para abordar una visión holística de los problemas que caracterizan la situación del mundo y de las medidas requeridas para hacerles frente.

### **¿Qué estamos haciendo y qué más podemos hacer para avanzar en la superación de los obstáculos y conseguir una adecuada atención a la sostenibilidad en la formación del profesorado de secundaria?**

Como hemos venido señalando en otros trabajos (Vilches y Gil Pérez, 2007 y 2012), de acuerdo a lo mostrado por la investigación acerca de los procesos de aprendizaje, la estrategia que parece potencialmente más fructífera consistiría en favorecer que los futuros docentes aprendan los contenidos y comprendan la necesidad de su incorporación en los diferentes niveles mediante un proceso de investigación e impregnación en la cultura de la sostenibilidad; un proceso de enseñanza y aprendizaje como el que se pretende que utilicen después los futuros docentes con su alumnado. Ello exige que la enseñanza universitaria modifique radicalmente su orientación (Martínez Torregrosa, Gil Pérez y Martínez Sebastián, 2003), algo que por ahora no parece que se esté produciendo de forma generalizada durante los estudios de Grado. Por ello es necesario que las materias del máster permitan *vivenciar* sistemáticamente esta forma de orientar el aprendizaje y que la formación didáctica de los futuros docentes, es decir su apropiación del cuerpo de conocimientos elaborado por los investigadores e innovadores, se oriente como un proceso de indagación, como una investigación de los

problemas de enseñanza/ aprendizaje que plantea la actividad docente (Vilches y Gil Pérez, 2007).

Teniendo en cuenta esta orientación, desde hace años hemos diseñado, puesto en marcha y evaluado con resultados muy positivos, cursos y talleres para profesorado en formación y en activo para los temas de educación para la sostenibilidad (Gil-Pérez et al., 2003). Y hemos actualizado y adaptado estos materiales para su utilización en asignaturas del Máster de formación del profesorado de Secundaria (Vilches y Gil Pérez, 2011). Se trata de programas de actividades concebidos para hacer participar a los profesores y profesoras en formación en la construcción de los conocimientos, mediante un trabajo cooperativo centrado en el tratamiento de situaciones problemáticas de interés, tal como la investigación ha venido apoyando tanto para el trabajo con el alumnado como en la formación del profesorado (Gil-Pérez et al., 2005). Una orientación que contribuye a una mejor acción educativa para hacer posible la implicación en la construcción de un futuro sostenible, al tiempo que favorece la inmersión en la cultura científica a través del tratamiento de una problemática relevante y susceptible de generar interés.

De este modo, en la asignatura de Aprendizaje y Enseñanza de la Física y Química del Máster de la Universitat de València, el tema 6, *La dimensión Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente* (CTSA), dedica un módulo específico a la educación para la sostenibilidad, para el estudio detenido de los problemas del planeta sus causas y medidas necesarias para hacerles frente. Previamente, los contenidos del tema 5, *Aspectos axiológicos de la enseñanza de las ciencias*, abordan entre otras cosas la educación en valores y la alfabetización científica de la ciudadanía, que constituyen ocasiones privilegiadas para hacer comprender la importancia de esta educación para la sostenibilidad en la formación de una ciudadanía responsable y preparada para la toma de decisiones.

Con el módulo específico dedicado a la Educación para la sostenibilidad, constituido por un programa de actividades para trabajar en el aula con los futuros docentes, se pretende contribuir al desarrollo de las competencias de sostenibilidad requeridas en las titulaciones y reclamadas por distintas instituciones, teniendo en cuenta la necesidad no solo de construir una visión holística de los problemas y las medidas que se deben adoptar, sino de favorecer una inmersión en la cultura de la sostenibilidad y, muy en particular, de prestar atención y contribuir a la superación de los obstáculos detectados en las investigaciones en este campo (Vilches y Gil Pérez, 2012). Obstáculos que como hemos señalado anteriormente están impidiendo la implicación del conjunto de la ciudadanía, incluida la mayoría de docentes, responsables políticos e incluso muchos científicos, en la construcción de un futuro sostenible. Se pretende por tanto analizar con los futuros docentes dichos obstáculos - que son expresión tanto de visiones fragmentarias y superficiales de la situación del planeta (Gil Pérez et al., 2003), como de inercias y resistencias a modificar comportamientos fuertemente arraigados en nuestras sociedades- y estudiar y poner en práctica estrategias para su superación.

Nos asomamos así, en este módulo, al estudio de un conjunto de problemas estrechamente vinculados y que se potencian mutuamente, con una enorme incidencia en nuestras vidas y en el futuro de la humanidad. Planteamos para ello una reflexión y discusión colectiva, apoyada en documentación contrastada, destinada a enriquecer las percepciones fragmentarias iniciales. Analizamos seguidamente las causas de esta problemática poliédrica y nos detenemos en las medidas fundamentadas concebidas para su tratamiento.

Nos apoyamos para ello en la abundante investigación existente ya acerca de la educación para la sostenibilidad, tanto en el ámbito formal como en el de la no reglada (museos, prensa, documentales...). Señalemos a este respecto que el uso de la educación no formal, como las visitas, debidamente preparadas, a museos y exposiciones de ciencias (tanto relacionadas con

la problemática de la sostenibilidad como con otros temas estudiados), es muy bien valorado por el alumnado del Máster, que constata el importante papel que puede y debe jugar la educación no formal en la enseñanza de las ciencias (al que, en general, se suele prestar escasa atención).

Tenemos además en cuenta, como ya hemos señalado, que para lograr la implicación de los futuros ciudadanos y ciudadanas, para transformar sus concepciones, sus hábitos, sus perspectivas, es necesario superar los estudios meramente conceptuales y establecer *compromisos de acción*, como parte del proceso formativo, realizando un cuidadoso seguimiento de los mismos. Es posible generar así actitudes más favorables de los docentes para la incorporación de esta problemática en su actividad docente e investigadora, como contribución a la educación ciudadana.

Para el desarrollo del módulo, como parte de la especialidad del Máster, en la materia “Aprendizaje y Enseñanza de la Física y Química”, además de las estrategias metodológicas e innovadoras indicadas anteriormente, se utilizan recursos de libre acceso como los ofrecidos en la web (En línea) que la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) dedica a la sostenibilidad y a la Educación para la sostenibilidad. El conjunto de problemas interconectados así como las medidas necesarias para contribuir a su solución se encuentran entre los Temas de Acción Clave que se presentan en dicha web, disponiendo de amplia información, enlaces a otras webs y numerosas referencias relacionadas con la problemática de la sostenibilidad y la educación para la sostenibilidad que pueden ser de utilidad para las personas interesadas en dichos campos.

Para terminar este apartado, queremos señalar que en evaluaciones realizadas por docentes en formación que han participado en el Máster de Secundaria poniendo en práctica los programas de actividades señalados, un alto porcentaje de las personas participantes valora el tema de la sostenibilidad y la educación para la sostenibilidad como uno de los que más le ha interesado del currículum, señalando que, dada su importancia, se le debería dedicar todavía más tiempo. Esta valoración positiva se percibe también en la elección de temas vinculados a la educación para la sostenibilidad para la realización de los Trabajos Fin de Máster. Algo que, cabe destacar, está contribuyendo al fortalecimiento e impulso necesario de esta línea de investigación en didáctica de las ciencias.

Lo expuesto hasta aquí justifica plenamente la necesidad de incorporar la educación para la sostenibilidad en el currículo básico de la formación de los futuros profesores y profesoras de ciencias. Ahora, para terminar, vamos a referirnos a una auténtica revolución científica que refuerza, si cabe, esta necesidad: el surgimiento de la Ciencia de la Sostenibilidad como nueva y pujante área de conocimiento.

## **Ciencia de la sostenibilidad: importancia del papel de la educación y la formación del profesorado en su desarrollo**

Como sabemos, desde hace tiempo las más diversas áreas de conocimiento están haciendo contribuciones al análisis y tratamiento de los problemas socioambientales. Podemos recordar numerosos trabajos, por ejemplo, sobre química verde, ecología industrial, ingeniería para el medio ambiente, arquitectura sostenible, economía verde (baja en carbono), educación ambiental, etc. Sin embargo, recientemente se ha empezado a comprender que dichas contribuciones disciplinares, aisladas entre sí, son insuficientes para contribuir de manera efectiva a la transición a la sostenibilidad, dado que los problemas están estrechamente vinculados y se potencian mutuamente, por lo que no pueden ser resueltos aisladamente. En este sentido, Jared Diamond (2006), después de referirse en su libro *Colapso* a 12 grupos de

problemas (que van desde la destrucción acelerada de hábitats naturales a la explosión demográfica, pasando por la incorrecta gestión de recursos o la contaminación) afirma: “*Si no resolvemos cualquiera de la docena de problemas sufriremos graves perjuicios (...) porque todos ellos se influyen mutuamente. Si resolvemos once de los doce problemas, pero no ese decimosegundo problema, todavía nos veríamos en apuros, con independencia de cuál fuera el problema*” (p. 665).

Se precisa por tanto una nueva área de conocimiento, una *Ciencia de la Sostenibilidad* que aborde la problemática en su conjunto, que integre campos aparentemente tan alejados como, por ejemplo, el de la economía y el del estudio de la biodiversidad, pero que tienen en común el referirse a acciones humanas que afectan al medioambiente (en su sentido más amplio, que contempla a los seres humanos como parte del mismo). Ese es precisamente uno de los argumentos esgrimidos para justificar la creación en 2006 de una revista específicamente dedicada a la “*Sustainability Science*”: Los problemas a los que la Ciencia de la Sostenibilidad ha de hacer frente no solo son complejos sino que están interconectados. Para encontrar soluciones a los mismos, debemos clarificar primeramente sus relaciones (Komiyama & Takeuchi, 2006).

La necesidad de esta nueva área de conocimiento comenzó a plantearse recientemente y de forma convergente por numerosos investigadores. Así, en 2001, 23 investigadores procedentes de distintas áreas escribían en un artículo conjunto publicado en la revista *Science*: Están emergiendo un nuevo campo de ciencia para la sostenibilidad que busca comprender el carácter fundamental de las interacciones entre la naturaleza y la sociedad (Kates et al., 2001). Y otro trabajo colectivo de 13 autores publicado en 2003 en los *Proceedings of the National Academy of Science (PNAS)* precisaba que la emergencia de la ‘Ciencia de la Sostenibilidad’ se construye hacia la comprensión de la interacción humanidad-ambiente con el doble objetivo de atender a las necesidades de la sociedad al tiempo que se preservan los sistemas que dan soporte a la vida en el planeta (Turner et al., 2003).

Se está haciendo evidente, pues, la necesidad de abordar globalmente, sin reduccionismos, el sistema cada vez más complejo constituido por las sociedades humanas y los sistemas naturales con los que interaccionan y de los que, en definitiva, forma parte. Esa es la razón de ser de la naciente Ciencia de la Sostenibilidad, cuyo objetivo explícito es contribuir a la transición a la sostenibilidad (Clark y Dickson, 2003), es decir, señalar el camino hacia una sociedad sostenible (Komiyama & Takeuchi, 2006). Se trata de una ciencia nueva para un nuevo período de la historia de la humanidad, el Antropoceno. Cabe pensar por ello que nos encontramos ante una profunda revolución científica: después de la revolución copernicana que vino a unificar Cielo y Tierra, después de la Teoría de la Evolución, que estableció el puente entre la especie humana y el resto de los seres vivos... ahora estaríamos asistiendo a la integración del desarrollo social (económico, industrial, cultural...) con los procesos del llamado mundo natural (Vilches y Gil, 2003).

Pese a su breve existencia como campo de conocimiento específico, la Ciencia de la Sostenibilidad está experimentando ya un impresionante desarrollo, tratando de dar respuesta a un conjunto de preguntas clave, la mayoría explícitamente formuladas en diversos documentos de la nueva área (Kates et al., 2001; Turner et al., 2003; Clark y Dickson, 2003; Komiyama y Takeuchi, 2006; etc.). Podemos mencionar, entre otras: ¿Cuáles son los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad y cuáles son sus vinculaciones? ¿Por qué una Ciencia de la Sostenibilidad si de esta problemática ya se vienen ocupando distintas ciencias? ¿En qué consiste la Ciencia de la Sostenibilidad? ¿Por qué es necesaria una transición a la sostenibilidad? ¿Qué medidas se precisan para lograr la sostenibilidad y cómo llevarlas adelante? ¿Cuál es el papel de la educación en este proceso? ¿Cuáles son los obstáculos? ¿Y las

tendencias positivas? ¿Cómo evaluar los avances hacia la sostenibilidad? ¿Cuáles pueden ser los indicadores?

Respondiendo a este tipo de preguntas, la nueva Ciencia de la Sostenibilidad ha avanzado en los tratamientos cuantitativos (Orecchini, 2007) y realizado ya numerosas aportaciones: Hoy el nuevo campo ha desarrollado ya una agenda básica de investigación, está produciendo un creciente flujo de resultados, y sus métodos y contribuciones se enseñan en un número cada vez mayor de universidades. En particular, este campo pretende facilitar lo que el National Research Council [USA] ha denominado una ‘transición hacia la sostenibilidad’, mejorando la capacidad de la sociedad para utilizar la Tierra de forma que simultáneamente satisfaga las necesidades de una población que sigue creciendo aunque tiende a estabilizarse, proteja los ecosistemas del planeta que dan soporte a la vida, y reduzca drásticamente el hambre y la pobreza (Clark, 2007).

Todo ello, señalan así mismo, debe suponer nuevas estrategias de investigación y de innovación, a nivel institucional, con especial atención en los países en desarrollo. Este nuevo campo de la Ciencia de la sostenibilidad, señalan Kates et al. (2001), requerirá una amplia discusión en la comunidad científica, que suponga la conexión con la agenda política para el desarrollo sostenible, y sobre todo debe convertirse en un objetivo central de la investigación.

Y en este desarrollo, la educación y por tanto la formación del profesorado están jugando y han de seguir jugando un papel esencial. Así lo destacan Komiyama y Takeuchi (2006) en el Editorial del primer número de la revista *Sustainability Science*: “*quisiéramos enfatizar el papel clave de la educación en este proceso (...) Es particularmente esencial que se logre interesar a la generación que será adulta a mediados del siglo XXI -cuando se espera que se alcancen valores críticos en la disponibilidad de fuentes de energía y de otros recursos- en los problemas de sostenibilidad y en cómo resolverlos*” (p.5). Y por ello es particularmente esencial también que se logre interesar al profesorado que contribuirá a la formación de las futuras generaciones para su implicación en la solución de los problemas.

Como se señala en la Declaración de Bonn en la Conferencia Mundial de UNESCO para la Educación para el Desarrollo Sostenible celebrada en 2009 ([En línea](#)), en el “llamamiento a la acción”, disponemos ya del conocimiento, las tecnologías y las competencias necesarias para invertir la situación. Ahora es preciso que movilicemos ese potencial y aprovechemos todas las oportunidades para actuar y propiciar los cambios necesarios: mejorar los currículos, los contenidos, los métodos y los objetivos de la educación. Sabemos cómo reorientar los sistemas educativos, la educación de todas las áreas y niveles, para contribuir a la formación ciudadana para un futuro sostenible. Ahora debemos implicarnos, implicar a todos y todas para contribuir a lograrlo.

## Conclusiones y perspectivas

Hemos intentado sintetizar en este trabajo algunas ideas clave que deben favorecer la implicación de los futuros docentes en la educación para la sostenibilidad y por tanto en la construcción de un futuro sostenible, abordando la importancia y la necesidad de incorporar en el Máster de formación del profesorado de secundaria los contenidos y herramientas necesarios. En esencia, se trata de impulsar la atención a la educación para la sostenibilidad en la formación del profesorado teniendo en cuenta las investigaciones y llamamientos desde numerosas instituciones que han venido fundamentando en los últimos años la imperiosa necesidad de que la educación, toda la educación, contribuya a la formación de una ciudadanía responsable y preparada para la toma de decisiones en torno a los problemas y desafíos a los que ha de hacer frente la humanidad.

Para ello es imprescindible incorporar la educación para la sostenibilidad en el currículo básico de la formación docente en los diferentes niveles educativos y muy en particular de la formación de los futuros profesores y profesoras de Secundaria. Somos conscientes de que la atención prestada a la educación para la sostenibilidad es todavía insuficiente y que no basta con que esta problemática aparezca en los planes de estudio, aunque ello ha supuesto un primer paso positivo: es necesario implicar al profesorado del máster en el desarrollo de esta dimensión esencial de la formación de los futuros docentes, superando los obstáculos detectados y favoreciendo la inmersión en una cultura de la sostenibilidad. Una estrategia potencialmente muy fructífera consiste en favorecer que los futuros docentes aprendan los contenidos y comprendan la necesidad de su incorporación en los diferentes niveles mediante un proceso de investigación e impregnación en la cultura de la sostenibilidad; un proceso de enseñanza y aprendizaje como el que se pretende que utilicen después con su alumnado.

Y el desarrollo de esta dimensión esencial de la formación docente se verá cada vez más enriquecido por el cuerpo integrado de conocimientos que está construyendo la Ciencia de la Sostenibilidad al que, a su vez, las distintas áreas van a seguir contribuyendo con el objetivo común de hacer posible la transición a sociedades sostenibles. Un objetivo y un gran reto al que la enseñanza de las ciencias y la formación del profesorado tienen mucho que aportar.

## Referencias bibliográficas

Aznar, P., Martínez-Agut, M.P., Palacios, B., Piñero A. & Ull, A. (2011). Introducing sustainability into university curricula: an indicator and baseline survey of the views of university teachers at the University of Valencia, *Environmental Education Research*, 17 (2), 145-166.

Barraza, L. y Castaño, C. (2012). ¿Puede la enseñanza de la Ciencia ayudar a construir una sociedad sostenible? *Profesorado*, 16 (2), 46-58. (Número completo accesible en <http://www.ugr.es/~recfpro/rev162ART3.pdf>)

Barrón, A., Navarrete A. y Ferrer-Balas, D. (2010). Sostenibilización curricular en las universidades españolas. ¿Ha llegado la hora de actuar?, *Rev. Eureka Enseñ. Dirul. Cien.*, 2010, 7, N° Extraordinario dedicado a la Educación para la Sostenibilidad, pp. 388-399. (Accesible en: <http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/index>).

Benarroch, A. (2011). Diseño y desarrollo del máster en profesorado de educación secundaria durante su primer año de implantación, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 8 (1), pp. 20-40. (Accesible en: <http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/index>).

Bybee, R. W. (1991). Planet Earth in crisis: how should science educators respond? *The American Biology Teacher*, 53 (3), 146-153.

Clark, W. C. (2007). Sustainability science: A room of its own, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(6), pp. 1737-1738.

Clark, W.C. y Dickson, M. (2003). Sustainability science: The emerging research program, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(14), pp. 8059- 8061.

Diamond, J. (2006). *Colapso*. Barcelona: Debate.

Duarte, C. (Coordinador) (2006). *Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. Madrid: CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas).

Gil- Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P. y Vilches, A. (Eds.). (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para*

*la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años.* Santiago: OREALC/UNESCO. (Accesible en <http://www.oei.es/decada/libro.htm>).

Gil-Pérez, D., Vilches, A., Edwards, M., Praia, J., Marques, L. y Oliveira, T. (2003). A proposal to enrich teachers' perception of the state of the world. First results. *Environmental Education Research*, 9(1), 67-90.

Intergovernmental Panel On Climate Change (2007). Working Group III Report: *Mitigation of Climate Change, In "Climate Change 2007" IPCC, Fourth Assessment Report (AR4)*. En: <http://www.ipcc.ch/> (Consultado 31/12/2012).

Kates, R. W., Clark, W.C., Corell, R., Hall, J. M., Jaeger, C.C., Lowe, I., McCarthy, J. J., Schellnhuber, H. J., Bolin, B., Dickson, N. M., Faucheur, S., Gallopin, G. C., Grübler, A., Huntley, B., Jäger, J., Jodha, N. S., Kasperson, R. E., Mabogunje, A., Matson, P., Mooney, H., Moore, B. Iii, O'riordan, T., Svedin, U. (2001). Sustainability Science, *Science* 27 April 2001, Vol. 292 no. 5517 pp. 641-642.

Komiyama, H. & Takeuchi, K. (2006). Sustainability science: building a new discipline, *Sustainability Science*, 1 (1), Pp. 1-6.

Lubchenco, J. (1998). Entering the Century of the Environment: A New Social Contract for Science. *Science*, 279, 491-497.

Martínez Torregrosa, J., Gil Pérez, D. y Martínez Sebastián, B. (2003). La universidad como nivel privilegiado para un aprendizaje como investigación orientada. En Monero, C. y Pozo, J. I. *La Universidad ante la nueva cultura educativa*, Barcelona: Editorial Síntesis, 237-260.

Mayor Zaragoza, F. (2010). Editorial: Década (2005-2014) de la educación para un futuro sostenible, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 7, Número extraordinario, pp. 172-178. (Accesible en: <http://hdl.handle.net/10498/8932>)

National Academy of Sciences. (1995). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press (<http://www.nap.edu/readingroom/books/nses/>).

Novo, M. (2006a). *El desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa*. Madrid: UNESCO-Pearson. Capítulo 3.

Novo, M. (2006b). El desarrollo local en la sociedad global: Hacia un modelo "glocal" sistémico y sostenible. En Murga, M. A. (Coordinadora). *Desarrollo local y Agenda 21*. Madrid: UNESCO-Pearson.

Orecchini, F. (2007). A "measurable" definition of sustainable development based on closed cycles of resources and its application to energy systems, *Sustainability Science*, 2, 245–252.

Orr, D. W. (2004). *Earth in mind: on education, environment, and the human prospect*. Washington, USA: Island Press.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. y Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission. Community Research [En línea].

Tilbury, D. (1995). Environmental education for sustainability: defining the new focus of environmental education in the 1990s. *Environmental Education Research*, 1(2), 195-212.

Turner, B.L., Kaspersonb, R., Matsone, P., McCarthy, J., Corell, R., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J., Luers, A., Martello, M., Polksky, C., Pulsipher, A. and Schiller, A. (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 100, 8074-8079.

UNESCO (2005). *Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible 2005-2014: Plan de aplicación internacional. Proyecto*. Paris: UNESCO.

Vilches, A. y Gil-Pérez, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.

Vilches, A. y Gil-Pérez, D. (2007). La necesaria renovación de la formación del profesorado para una educación científica de calidad, *Tecné, Episteme y Didacxis*, 22, 67-85. (Accesible en <http://www.oei.es/n14104.htm>).

Vilches, A. y Gil Pérez, D. (2010). Máster de formación inicial del profesorado de enseñanza secundaria. Algunos análisis y propuestas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 7 (3), 661-666. (Accesible en: <http://hdl.handle.net/10498/9818>).

Vilches, A. y Gil Pérez, D. (2011). Problemas ambientales y sostenibilidad, en Cañal, P. (Coord.) *Biología y geología. Complementos de formación disciplinar*, Formación del profesorado de Educación Secundaria, 2, vol. 1, Capítulo 5, pp. 97-121. Barcelona: Graó. Ver también en Caamaño, A. (Coord.) *Física y Química. Complementos de formación disciplinar*, Formación del profesorado de Educación Secundaria, 5, vol. 1, Capítulo 6, pp. 101-126. Barcelona: Graó.

Vilches, A. y Gil Pérez, D. (2012). La educación para la sostenibilidad en la universidad: el reto de la formación del profesorado, *Profesorado*, 16 (2), 25-43. (Número completo accesible en <http://www.ugr.es/~recfpro/rev162ART3.pdf>)

Worldwatch Institute (1984-2013). *The State of the World*. New York: W.W. Norton. (Versiones en castellano, *La situación del mundo*, Barcelona: Icaria).