

Huertos EcoDidácticos y Educación para la Sostenibilidad. Experiencias educativas para el desarrollo de competencias del profesorado en formación inicial

Marcia Eugenio Gozalbo^{1,a}, Daniel Zuazagoitia Baltar^{2,b}, Aritz Ruiz-González^{2,c}

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática, Facultad de Educación de Soria, Campus Universitario Duques de Soria (Universidad de Valladolid, UVa). Soria, España.

² Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación y Deporte (Sección Magisterio), Campus de Álava (Universidad del País Vasco, UPV/EHU). Vitoria-Gasteiz, España.

^amarcia.eugenio@uva.es, ^bdaniel.zuazagoitia@ehu.es, ^caritz.ruiz@ehu.es

[Recibido: 23 marzo 2017. Revisado: 29 junio 2017. Aceptado: 21 septiembre 2017]

Resumen: Los *Huertos EcoDidácticos* son huertos cuyo manejo sigue los principios de la agricultura ecológica o la permacultura, y cuya principal función es educativa. Actualmente están presentes en algunas universidades españolas, en general como resultado de iniciativas puntuales de un profesor o área de conocimiento del ámbito de las ciencias experimentales o de la didáctica de las ciencias. Se trata de recursos didácticos y entornos de aprendizaje de gran valor para la implementación de metodologías activas que persiguen el desarrollo de competencias para la sostenibilidad. Presentamos dos experiencias de uso de Huertos EcoDidácticos en el contexto de la formación inicial de maestros/as, enmarcadas en sendos proyectos de innovación docente e innovación en sostenibilidad: en primer lugar, el desarrollo de una secuencia didáctica en torno al uso de biocidas para el Grado de Educación Infantil, en la Facultad de Educación de Soria (Universidad de Valladolid, UVa), y en segundo lugar, una intervención didáctica en torno al uso del compostaje como forma de gestión de los biorresiduos para el Grado en Educación Primaria, en la Facultad de Educación y Deporte de Vitoria-Gasteiz (Universidad del País Vasco, UPV/EHU). Finalmente, se reflexiona en torno al uso de los Huertos EcoDidácticos como espacios educativos en el marco de la Educación Superior.

Palabras clave: Competencias para la sostenibilidad; Didáctica de las ciencias; Huertos EcoDidácticos; Formación inicial del profesorado; Innovación docente.

Organic Learning Gardens and Education for Sustainability. Educational experiences for competencies development in pre-service teacher training

Abstract: *Organic Learning Gardens* are food gardens which are sustainably managed based on the principles of organic agriculture or permaculture, and whose main purpose is educational. They are currently present at some Spanish universities, generally as the result of isolated initiatives of a particular professor or knowledge area, either belonging to the field of experimental sciences or of science teaching. They constitute educational resources and learning environments of a great value for implementing active methodologies directed towards promoting students' competencies for sustainability. We provide with two educational experiences structured around the use of Organic Learning Gardens in the context of initial teacher training, and framed, respectively, in a project for teaching innovation and a project for innovation in sustainability: firstly, the development of a teaching and learning sequence around the use of biocides for the Degree in Early-Childhood Education, at the Faculty of Education in Soria (University of Valladolid, UVa), and secondly, an educational intervention around the use of composting for organic waste management for the Degree in Primary Education at the Faculty of Education and Sport in Vitoria-Gasteiz (University of the Basque Country, UPV/EHU). Finally, reflections are presented on the use of Organic Learning Gardens as educative contexts in the frame of Higher Education.

Keywords: Competencies for sustainability; Initial teacher training; Organic Learning Gardens; Science teaching; Teaching innovation.

Para citar este artículo: Eugenio M., Zuazagoitia D. y Ruiz-González A. (2018) Huertos EcoDidácticos y Educación para la Sostenibilidad. Experiencias educativas para el desarrollo de competencias del profesorado en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15(1), 1501 doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1501

Introducción

Los huertos constituyen recursos didácticos y contextos de aprendizaje útiles en diferentes etapas educativas, cuyo uso mayoritario ha sido el de complementar a nivel práctico los contenidos teóricos de asignaturas de Ciencias de la Naturaleza, fundamentalmente en Educación Primaria. En Educación Superior han estado presentes fundamentalmente en titulaciones relacionadas con el medio natural y la producción agroforestal, y recientemente se están reivindicando desde la formación inicial de maestros/as, puesto que su uso facilita que el alumnado aprenda contenidos, procedimientos y actitudes fácilmente transponibles a su práctica docente futura, y resulta además motivador (Eugenio y Aragón 2016a). Se ha visto que el uso de huertos facilita la implementación de metodologías activas y experienciales (Aragón 2014, Aragón y Cruz 2016, Eugenio y Aragón 2016a), una enseñanza de las ciencias en relación a contextos del mundo real, tan relevantes como es la producción de alimentos vegetales (Miller 2007), el trabajo colaborativo y la indagación (Ceballos, Escobar y Vélchez 2014), entre otros.

En contextos educativos de todos los niveles, el uso de huertos debe conllevar el trabajo de contenidos actitudinales relacionados con el respeto y cuidado de la naturaleza y la salud humana. Por ello, el emergente movimiento de huertos educativos que se está impulsando desde algunas universidades españolas (Eugenio y Aragón 2017) ha acuñado el término Huertos EcoDidácticos (Eugenio y Aragón 2016b), incidiendo no sólo en su función educativa, sino también en las características que debe revestir su manejo. En muchos casos, se siguen técnicas de permacultura (i.e. creación de bancales permanentes), por considerarlas no sólo más sostenibles, sino también más capaces de generar conocimientos conceptuales progresivamente más complejos (García y Cano 2006). Entre otros: se cuidan las asociaciones y rotaciones de especies vegetales; se usan sistemas de acolchado para ahorrar agua y proteger la vida edáfica; se minimiza la producción de residuos mediante el compostaje y/o vermicompostaje; y no se emplean productos químicos de síntesis. Estas técnicas implican aprendizajes relevantes sobre el funcionamiento de los ecosistemas: interacciones bióticas, ciclos biogeoquímicos (papel de los descomponedores, descomposición de la materia orgánica), existencia limitada de recursos y límites a la producción, el suelo como componente vivo, los flujos de energía, etc.

Además, la incorporación de huertos como recurso didáctico, en todos los niveles educativos, sería útil desde la perspectiva de la Educación para la Sostenibilidad (ES en adelante), puesto que facilitaría:

- (1) abordar tres de los cuatro contenidos de aprendizaje considerados más urgentes: cambio climático, biodiversidad, producción y consumo sostenibles (UNESCO 2014a);
- (2) poner en práctica los tres tipos de aprendizaje considerados más adecuados: el aprendizaje participativo y colaborativo, el aprendizaje basado en problemas y el que adopta un enfoque crítico (UNESCO 2014b);
- (3) desarrollar las competencias generales en ES: análisis crítico, reflexión sistémica, toma de decisión colaborativa, y sentido de la responsabilidad hacia las generaciones presentes y futuras (UNESCO 2014a).

Esta idea la aporta Corkery (2004) a modo de reflexión final, en un estudio sobre el papel de los huertos comunitarios en la mejora de las relaciones vecinales y la construcción de sentimiento de pertenencia a la comunidad en Sídney (Australia). Al respecto, son destacables trabajos recientes en EEUU que proponen unos principios para orientarla: la valoración de la diversidad biocultural, la sensibilización de nuestros sentidos, el reconocimiento del lugar, el cultivo de la interconexión, y la valoración de las experiencias prácticas (Williams 2008).

Existen también propuestas en el ámbito nacional, todas recientes: Rekondo, Espinet y Llerena (2015) proponen las asambleas de huerto como herramienta para trabajar la toma de decisiones en el marco de la ES; Barrón y Muñoz (2015) describen la puesta en marcha de una red de huertos escolares comunitarios como espacios para la promoción de una cultura social comprometida con la sostenibilidad; y Fernández, Fuertes y Albareda (2015) hacen una propuesta metodológica para desarrollar las competencias profesionales en ES en formación inicial de maestros/as desde el huerto universitario.

Marco teórico

A medida que aumenta la urgencia de abordar los desafíos ambientales, sociales y económicos globales, la educación sigue considerándose central para construir sociedades sostenibles (Sterling 2001). Numerosos autores han destacado el papel específico de la Educación Superior en la transmisión de este conocimiento crítico a ciudadanos y futuros educadores (Novo 2007, Barth *et al.* 2015, Murga-Menoyo 2015).

Educación para la Sostenibilidad (ES)

Según ha señalado recientemente la UNESCO, la ES es aquella cuyo objetivo fundamental es:

"integrar los principios y prácticas del desarrollo sostenible en todos los aspectos de la educación y el aprendizaje, fomentar los cambios en los conocimientos, los valores y las actitudes con la visión de permitir una sociedad más sostenible y justa para todos" (UNESCO 2014b, p. 5)

Pese a los esfuerzos institucionales que se han hecho, como la declaración de la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible (2005-2014), aún queda mucho camino por recorrer (UNESCO 2014b). Actualmente hay un compromiso creciente de las universidades de integrar los principios y valores del desarrollo sostenible, acorde a su papel en la creación de nuevos conocimientos y paradigmas, y en la generación de cambio social (Wu y Shen 2016). Es decir, las instituciones de Educación Superior asumen una responsabilidad social que:

“Se reflejará en la gestión interna y en la colaboración con entidades y organismos en proyectos de investigación y acciones que contribuyan a mejorar la calidad de la formación universitaria y el avance en la resolución de los problemas sociales, económicos y ambientales” (CADEP 2012, p.6)

La inclusión y desarrollo curricular de la ES, la llamada *sostenibilización curricular*, un proceso actualmente en desarrollo y no exento de dificultades conceptuales y metodológicas (Wals 2014, Barth *et al.* 2015). Atañe al alumnado universitario de todas las especialidades, que necesita recibir formación para poder enfrentarse a los problemas de insostenibilidad que aparecerán durante el ejercicio de sus profesiones (Rieckmann 2012, Ull 2014, Barth *et al.* 2015). En el contexto estatal se han planteado una serie de criterios generales, objetivos y actuaciones para guiar su diseño y desarrollo (CADEP 2012).

Competencias para la sostenibilidad

Existe una diversidad de trabajos en torno a la definición de las competencias para la sostenibilidad, así como de revisiones (Rieckmann 2012, UNECE 2013, Barth *et al.* 2015). Existe un conjunto convergente de competencias consideradas clave, apoyado por una variedad de académicos e instituciones (Barth *et al.* 2015). En este trabajo nos basamos en el marco competencial propuesto por la UNESCO, que incluye: “análisis crítico, reflexión sistémica, toma de decisión colaborativa y sentido de responsabilidad hacia las generaciones presentes y futuras” (UNESCO 2014a, p. 12).

Debido al efecto social multiplicador que tienen los formadores de las diferentes etapas educativas, se reconoce una necesidad urgente de reorientar la formación del profesorado (Murga-Menoyo 2015), trabajando las competencias en ES que a su vez garanticen en el futuro cercano una adecuada formación de su alumnado (Ull 2014, Sáenz-Rico *et al.* 2015). Las competencias que todo educador debe desarrollar, según la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa son: el enfoque holístico, la visión de futuro y tener en cuenta a las personas (UNECE 2013). El análisis de su presencia y desarrollo en formación del profesorado de las distintas etapas educativas ha recibido atención sólo recientemente (p.e. Cebrián y Junyent 2015, Fernández *et al.* 2015, García-Esteban y Murga-Menoyo 2015, Solís-Espallargas y Valderrama-Hernández 2015).

En el caso específico de la formación inicial de maestros de Infantil y Primaria, la CRUE señala que es necesario propiciar el desarrollo de competencias profesionales para liderar proyectos educativos que determinen un estilo –de aprendizaje, de organización, de toma de decisiones y de relación entre las personas- y una cultura escolar acorde con los valores afines a la sostenibilidad (CADEP 2012). En España, estudios en alumnado de Grado en Educación Primaria evidencian una escasa consideración de los elementos fundamentales recogidos en la literatura para la práctica de la ES, tales como el pensamiento crítico, el pensamiento holístico y la resolución de problemas ambientales (Cebrián y Junyent 2015). En general, se reconoce que es necesario innovar en cuanto a prácticas de enseñanza, para que faciliten la formación de ciudadanos capaces de integrar la sostenibilidad en sus propias vidas (Sáenz-Rico *et al.* 2015).

Cuestiones clave del desarrollo sostenible

Los contenidos de aprendizaje considerados más urgentes en cuanto al desarrollo sostenible son: cambio climático, reducción del riesgo de desastres, biodiversidad, producción y consumo sostenibles (UNESCO, 2014a). Entre ellos, la producción y el consumo sostenibles juegan un papel fundamental, al contener la comprensión de la producción, distribución, uso y eliminación de productos y servicios. La gestión eficiente de los recursos naturales compartidos y la forma en que se eliminan los desechos es considerada vital para lograr el *Objetivo de Desarrollo Sostenible Núm. 12, la producción y consumo responsables* (Naciones Unidas, 2015).

Una gestión sostenible del medio y los recursos implica una comprensión de los componentes y procesos de la naturaleza que permita respetarlos y reproducirlos, es decir, aprendizajes estrechamente vinculados con la Ecología. En este sentido, el conocimiento sobre Ecología es imprescindible para poder comprender los problemas ambientales, y además reviste de una importante funcionalidad social, al aportar una visión biocéntrica y una lógica ecológica fundamentales para superar el antropocentrismo y el economicismo característicos de nuestras sociedades (García, 2003). Los huertos constituyen un recurso didáctico valioso para su enseñanza, puesto que constituyen ejemplos de sistemas ecológicos (Kaufman y Serafini 1993); más concretamente, son ecosistemas con límites espaciales definidos por motivos de propiedad o manejo de la tierra, gestionados por el ser humano, y en donde los ciclos del agua, energía y nutrientes están mediados por ese manejo; es decir, *agroecosistemas*.

La adecuada gestión de los residuos se considera esencial (Williams 2014). Cuando se enseña sobre este tema, debe hacerse evolucionar hacia una visión más compleja, dinámica y holística, que permita la resolución de las problemáticas vinculadas al actual sistema lineal de producción, consumo y gestión (Williams 2014). Uno de los principales retos se centra en los residuos sólidos orgánicos o biorresiduos, que suponen aproximadamente un 45% de los residuos sólidos urbanos (Hoornweg y Bhada-Tata 2012), y cuya gestión genera importantes

impactos sanitarios y ambientales (p.e. lixiviados y gases de efecto invernadero). Una estrategia fundamental es su aprovechamiento mediante opciones de tratamiento biológico, como el compostaje, que permite cerrar el ciclo de materia, disminuir el impacto ocasionado por su manejo y contribuir a la sostenibilidad de la producción de los agroecosistemas (Wezel *et al.* 2014).

Objetivos

En este trabajo proponemos que los Huertos EcoDidácticos, en el contexto de los campus universitarios, deberían concebirse como espacios idóneos para implementar intervenciones educativas y programas formativos orientados desde la ES, abiertos a las distintas titulaciones. En este sentido, aportamos dos experiencias educativas recientes, fundamentadas en el uso de estos espacios como recurso y contexto de aprendizaje en la formación inicial de maestros/as de Educación Infantil y Primaria, con los objetivos de:

- (1) fortalecer dos de las competencias profesionales en ES: análisis crítico y reflexión sistémica (UNESCO 2014a),
- (2) abordar una de las cuestiones clave del desarrollo sostenible: la producción y el consumo sostenibles (UNESCO 2014a).

Experiencias en torno al Huerto EcoDidáctico en la formación inicial del profesorado

Las experiencias de este trabajo se sitúan en el marco de un proyecto de innovación docente y de un proyecto de innovación en sostenibilidad, respectivamente, que se han llevado a cabo en dos universidades españolas: la Universidad de Valladolid (UVa), en su Campus de Soria, y la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), en su Campus de Álava (Vitoria-Gasteiz). Sus características fundamentales se recogen en la tabla 1. A continuación se describen sus objetivos, metodología, desarrollo y resultados. Finalmente, se aportan reflexiones de carácter más general sobre el papel de los Huertos EcoDidácticos en la ES en el contexto de la formación inicial del profesorado.

Tabla 1. Experiencias educativas en torno al Huerto EcoDidáctico en formación inicial del profesorado.

Experiencias educativas	Centro	Competencias en ES	Cuestiones clave del Desarrollo Sostenible	Competencias Específicas (CE)	Objetivos Docentes (O)	Actividades (A)*
Experiencia 1: “El dilema del uso de biocidas en el Huerto EcoDidáctico” <i>Educación Infantil</i> n=46	Facultad de Educación de Soria (Univ. de Valladolid, UVa)			CE1A- Promover el interés y respeto por el medio natural a través de proyectos didácticos adecuados	O1A- Implementar una secuencia didáctica útil para los estudiantes como ejemplo experiencial, vivenciado	Fase inicial de motivación y detección de ideas previas A1_I- Lectura de artículo A1_II- Visionado de video A1_III- Lluvia de ideas (“ecosistema”) y debate en gran grupo (CE1A) (O1A y O1C)
					O1B- Mostrar algunas posibilidades didácticas del huerto escolar basadas en la toma de decisiones de manejo	Fase central de construcción de conocimiento A1_IV- Visita de experto (plagas y su gestión) A1_V- Lectura Libro (<i>Primavera Silenciosa</i>) y discusión A1_VI- Investigación (“alternativas a biocidas”) A1_VII- Discusión en grupo y toma de decisiones (CE1A) (O1B Y O1C)
					O1C- Facilitar la comprensión de las relaciones existentes entre los componentes de un ecosistema O1D- Proponer alternativas de mejora para el manejo del huerto desde una perspectiva de sostenibilidad	Fase final de revisión y elaboración de conclusiones A1_VIII- preguntas de síntesis y recapitulación de los contenidos de ciencias A1_IX- reflexión general (CE1B) (O1D)
Experiencia 2: “Cerrando el ciclo de la materia mediante el compostaje de los biorresiduos en el Huerto EcoDidáctico” <i>Educación Primaria</i> n=84	Facultad de Educación y Deporte de Vitoria-Gasteiz (Univ. del País Vasco, UPV/EHU)	Análisis Crítico y Reflexión Sistémica	Producción y Consumo sostenible	CE2A- Reconocer la mutua influencia entre ciencia, sociedad, género y desarrollo tecnológico, así como conductas ciudadanas pertinentes, para procurar un futuro sostenible y fomentando actitudes a favor del medio	O2A- Capacitar al alumnado para comprender el actual modelo lineal de producción, consumo y vertido, así como las alternativas existentes en torno a la gestión de los biorresiduos mediante el compostaje	A2_I - Charla formativa de carácter participativo en torno a la problemática de los residuos, el compost, la materia orgánica y el suelo (CE2A Y CE2B) (O2A Y O2B)
					O2B- Facilitar al alumnado la comprensión de una visión dinámica y holística de la materia orgánica que permita visualizar la interdependencia entre generación y tratamiento de biorresiduos, ciclos biogeoquímicos y ciclos de vida de los materiales.	A2_II - Taller para aprender a caracterizar la composición de los RSU (CE2A Y CE2B) (O2A Y O2B)
					O2C- Mostrar algunas posibilidades didácticas del huerto escolar mediante el tratamiento de los biorresiduos	A2_III - Taller de compostaje en el huerto ecológico del Campus. (CE2A Y CE2B) (O2A Y O2B Y O3B) A2_IV - Investigación para determinar la cantidad de materia orgánica de suelos en diferentes ecosistemas (CE2A) (O2B) A2_V - Redactar un informe científico (CE2A Y CE2B) (O2A Y O2B)

* Se indican entre paréntesis las competencias y objetivos que se trabajan en cada una de las actividades.

Experiencia 1: El dilema del uso de biocidas en el Huerto EcoDidáctico

Se presenta el diseño, implementación y resultados de una intervención didáctica en formación inicial de profesorado de Infantil que se enmarca en un proyecto de innovación docente cuyo objetivo principal es consolidar y fortalecer el uso de huertos ecológicos como recurso y contexto educativo para el desarrollo de competencias del alumnado. La intervención se llevó a cabo en el marco de la asignatura “Las Ciencias de la Naturaleza en el Currículo de la Educación Infantil”, la única dedicada específicamente a la enseñanza-aprendizaje de las ciencias en esa titulación en el Campus de Soria, y que está enfocada al desarrollo en el alumnado, entre otras, de las siguientes competencias específicas:

- “Promover el interés y respeto por el medio natural a través de proyectos didácticos adecuados”, y
- “Ser capaces de elaborar propuestas didácticas en relación con la interacción ciencia, tecnología, sociedad y desarrollo sostenible”.

La secuencia didáctica se diseñó en relación al huerto, como contexto inicial que genera la investigación. Los objetivos docentes específicos fueron:

- implementar una secuencia didáctica útil para los estudiantes como ejemplo experiencial, vivenciado (puesto que posteriormente se les solicita como trabajo final de asignatura el diseño de una secuencia para Infantil),
- mostrar algunas posibilidades didácticas de un recurso concreto, el huerto escolar, más allá de las habituales, que se ciñen a la atención de cuestiones como la plantación y el riego,
- facilitar la comprensión de las estrechas relaciones existentes entre los diferentes componentes de un ecosistema, y de la dependencia de la salud humana con respecto a la salud de estos componentes,
- reconocer disfunciones en el manejo de los agroecosistemas, y proponer alternativas para su mejora desde una perspectiva de sostenibilidad.

En esta experiencia participaron 12 grupos de estudiantes, compuestos por entre 3 y 5 miembros; en total, 46 estudiantes. Se llevó a cabo durante el mes de mayo de 2016 en las sesiones de seminario de la asignatura (6 horas semanales), durante 3 semanas consecutivas. La secuencia se estructuró del siguiente modo:

- (1) una fase inicial de motivación y detección de ideas previas (procesos de planificación),
- (2) una fase central de construcción de conocimiento mediante actividades, su estructuración y comunicación (procesos de búsqueda y estructuración),
- (3) y una fase final de revisión y elaboración de conclusiones (procesos de evaluación).

Esta estructura coincide a grandes rasgos con la que presenta Cañal (2006) en un artículo sobre el que se había previamente trabajado en el aula. Durante el desarrollo de la secuencia, se explicitó en qué fase se enmarcaba cada una de las actividades, que se codificaron consecutivamente. Desde el principio se solicitó a los grupos de trabajo que recogieran cada una de las actividades que llevaban a cabo en su portafolio, con indicación precisa de su ubicación en la estructura general, para que de este modo trabajasen, desde la práctica, aspectos didácticos como la estructura de una secuencia, el propósito de sus fases, y la elección de actividades. Los resultados que se presentan en este trabajo se han obtenido partiendo del análisis de la información de los portafolios grupales.

Se partió de un hecho real, la existencia de (una plaga de) pulgón en las lechugas del huerto, que se planteó al alumnado como un dilema, que implica un proceso de toma de decisiones en

relación al manejo deseable del huerto en el marco de un centro de Infantil. Se plantearon al alumnado, como objetivos: tomar una decisión sobre cómo proceder respecto al pulgón; diferenciar y valorar las diferentes dimensiones de esa decisión; y plantear además cómo llevarla a la práctica en un contexto educativo.

Inicialmente, al objeto de motivar y detectar ideas previas, se plantearon dos actividades: una lectura de un artículo procedente de una revista de consumo sobre la presencia y cuantía de pesticidas en la piel de manzanas comerciales, y el visionado de un video sobre mortalidad masiva de abejas como consecuencia del uso de pesticidas durante la floración temprana de árboles frutales en la Comunidad Valenciana. Tras ellas se planteó una actividad de lluvia de ideas en relación al concepto de “ecosistema”, que permitió discutir en clase, en gran grupo, las ideas erróneas y las aceptables, y evidenciar la existencia de componentes, de relaciones y de procesos en los ecosistemas.

La fase de construcción de conocimiento estuvo constituida por distintas actividades:

-Se recibió la visita de un experto, un profesor de Producción Vegetal, quien explicó qué se entiende por plaga (qué tipos de organismos constituyen plagas, cuándo se considera que una población de organismos determinada es una plaga) y por biocida (revisando su historia, uso y consecuencias conocidas), y revisó las diferentes opciones del llamado control (anteriormente) o gestión (actualmente) de plagas, sobre todo a nivel de explotaciones extensivas de cereal, que son las características en la zona. Mediante esta charla se consiguió cierta delimitación del problema planteado como núcleo del dilema de trabajo, y su conexión con una serie de conocimientos de Ecología (población, interacciones biológicas, ciclos de materia, etc.).

-Tras ella, los estudiantes, por grupos de trabajo, leyeron distintas partes o capítulos (previamente seleccionadas por la docente) de la obra clásica *Primavera Silenciosa* (Carson, 2010), que aborda los efectos del DDT (un biocida sobre el que había hablado el experto en su charla) sobre los componentes de los ecosistemas y la salud humana. Algunas se discutieron en gran grupo, con el conjunto de la clase; otras fueron sintetizadas y presentadas al resto de grupos de compañeros. Este trabajo fue útil para mostrar, a través de las detalladas descripciones de la autora, basadas en sus observaciones empíricas, la estrecha relación existente entre los distintos componentes de los ecosistemas y la dependencia de la salud humana respecto a ellos.

-Posteriormente, los grupos de trabajo investigaron sobre alternativas al uso de biocidas, para el caso concreto del pulgón. A tal efecto, se facilitó la asistencia a una charla especializada (que estaba programada en la universidad en esas fechas, en el marco del I Encuentro sobre Huertos EcoDidácticos), bibliografía especializada (*Plantas compañeras en el huerto ecológico* y *Plagas y enfermedades en hortalizas y frutales ecológicos*, ambos de la Editorial *La Fertilidad de la Tierra*) y se les permitió el uso de Internet. Mediante esta actividad, los estudiantes descubrieron la existencia de alternativas concretas, por lo general insospechadas para ellos, al uso de productos químicos de síntesis, potenciándose así su reflexión crítica.

-Tras todo ese trabajo, y en base al manejo de la información que había ido apareciendo, los componentes de cada grupo debían discutir razonadamente y finalmente tomar una decisión, discerniendo sus diferentes dimensiones, y proponiendo cómo incorporarla a la práctica educativa en el centro. De este modo, se les solicitaba que llevaran un plano real (en la toma de una decisión concreta, y en un contexto definido) la reflexión sistémica y el pensamiento crítico que se habían trabajado anteriormente. Además, se hizo una puesta en común de las decisiones de los distintos grupos, sus dimensiones y sus posibilidades de integración en la actividad escolar, sobre la que tanto la docente como el resto de compañeros hicieron comentarios y reflexiones.

En la fase final de la secuencia se plantearon, también por grupos, una serie de preguntas de síntesis y recapitulación de los contenidos de ciencias que se habían abordado, y se les pidió una reflexión general en torno a los aprendizajes que habían desarrollado y a la propia experiencia educativa.

Todos los grupos de estudiantes, 12 en total, decidieron evitar el uso de biocidas para abordar la aparición de pulgón en los huertos escolares de sus centros (Tabla 2). Cabe señalar que 10 de los 12 grupos concretaron cómo aplicar su decisión en un contexto educativo mediante aproximaciones experienciales, superando así una tendencia a “hacerlo el docente y llevarlo hecho” que implica evitar la dimensión educativa que pequeños hechos o necesidades del huerto puede conllevar.

Tabla 2. Síntesis de decisiones y aspectos relevantes señalados por los diferentes grupos (G1-G12).

Decisión	Grupos	Fragmentos	Algunos aspectos que señalaron
Uso de insectos como predadores del pulgón (e.g. mariquitas)	G1, G4, G7	<i>“se recogerían en el patio del colegio o en lugares cercanos, o se podría ir al campo de excursión a por ellas”</i>	No afecta al medio ni a los seres vivos, evita que los niños entren en contacto con productos químicos, resulta en la producción de alimentos saludables que no afectan negativamente la salud de las personas, implica enseñar sobre las redes tróficas y también concienciar sobre los efectos nocivos de los productos químicos de síntesis y los beneficios de los productos naturales.
Uso de plantas compañeras (e.g. caléndulas, cebollas y ajos)	G2, G6, G9, G12	<i>“evitan el gasto en pesticidas, y se pueden usar los del huerto, si los hay, o pedir a los niños/as que los traigan de casa”</i>	Evitan el uso de productos químicos de síntesis y no dañan a las personas ni al medio, y que supone educar en valores, dando ejemplo y enseñando alternativas naturales.
Preparación de remedios naturales para pulverizarlos sobre las plantas afectadas (e.g. maceraciones o decocciones de ortiga, tomatera, ajo o cebolla)	G3, G5, G8, G10	<i>“se trata de plantas que se encuentran en el huerto o alrededores”</i>	Los remedios se podrían preparar en el comedor del colegio con los niños, que no perjudica a la salud ni al ecosistema, y que los niños aprenden que se pueden solucionar problemas sin comprar, con productos cotidianos, y los usos de algunas plantas.
Pulverización con disolución de jabón potásico en agua	G11		Alternativas baratas e inocuas, y que podrían hacerse con el alumnado

En sus reflexiones finales destacaron:

(1) la necesidad de educar desde la experiencia y sin generar contradicciones entre lo que se dice y lo que se hace, p.ej. “educar en valores y educar desde el ejemplo, no podemos decir que no matemos un bicho y luego vemos uno y nos ponemos a chillar y lo matamos” (G1)

(2) la importancia que reviste la educación en valores en la etapa de Infantil, y el hecho de que puede revertir sobre sus familiares, p.e. “muchas veces son los niños los que llevan los valores nuevos a sus padres, ya que éstos tienen otros, al haberse educado en otra época” (G1), “cualquier cosa pequeña es educación, transmite un modelo y unos valores” (G4), “los que traen los valores nuevos a casa son los propios niños” (G4)

La experiencia vivenciada de la secuencia fue valorada como útil y formativa, subrayándose que facilitó afianzar conocimientos (comentario muy generalizado) y les motivó, p.e. “además, ha despertado nuestro interés por las ciencias naturales que antes no teníamos” (G3). Desde el

punto de vista docente, la experiencia cumplió con los objetivos iniciales, suponiendo para el alumnado un ejemplo práctico de cómo diseñar una secuencia didáctica y una demostración de las posibilidades educativas que el huerto proporciona; y mejorando su comprensión sobre los sistemas naturales y la existencia de alternativas sostenibles para su manejo.

Experiencia 2: Cerrando el ciclo de la materia mediante el compostaje de los biorresiduos en el Huerto EcoDidáctico

En este trabajo se plantea el diseño, implementación y análisis preliminar de una intervención didáctica en formación inicial del profesorado de Primaria para el desarrollo de dos competencias de ES: análisis crítico y reflexión sistémica (UNESCO 2014a). Se enmarca en un proyecto de innovación en sostenibilidad cuyo objetivo principal es consolidar y fortalecer el uso del huerto ecológico del Campus de Álava (Vitoria-Gasteiz) como recurso educativo. La intervención se llevó a cabo en el marco de la asignatura “Ciencias de la Naturaleza en el aula de Educación Primaria I”, que recoge, entre otras competencias específicas:

- “Reconocer la mutua influencia entre ciencia, sociedad, género y desarrollo tecnológico, así como conductas ciudadanas pertinentes, para procurar un futuro sostenible y fomentando actitudes a favor del medio”, y
- “Valorar la responsabilidad individual y colectiva en el cuidado personal y en la consecución de un futuro sostenible”.

Y se diseñó en torno al huerto ecológico universitario, con tres objetivos fundamentales:

- capacitar al alumnado para comprender el actual modelo lineal de producción, consumo y vertido, así como las alternativas existentes en torno a la gestión de los biorresiduos mediante el compostaje,
- facilitar al alumnado la comprensión de una visión dinámica y holística de la materia orgánica y el suelo que permita visualizar la interdependencia entre generación y tratamiento de biorresiduos, ciclos biogeoquímicos y ciclos de vida de los materiales,
- mostrar algunas posibilidades didácticas del huerto escolar mediante el tratamiento de los biorresiduos.

Participaron un total de 84 alumnos/as de primer curso del Grado en Educación Primaria, distribuidos en 21 grupos de trabajo, durante 2 semanas. La intervención educativa se estructuró en torno a cinco actividades:

- Charla formativa de carácter participativo en torno a la problemática de los residuos, el compost, la materia orgánica y el suelo, mediante el uso de sistemas de respuesta interactiva (Bruff 2009). Se abordó la mejora de la gestión de los residuos, la necesidad de concebirlos como un recurso, y cuáles son los principales problemas motivacionales a la hora de separarlos selectivamente en el hogar.
- Taller para aprender a caracterizar la composición de los RSU: se pidió al alumnado que voluntariamente acumulase su basura en casa durante cuatro o cinco días sin separarla selectivamente en fracciones reciclables, para posteriormente caracterizarla en el laboratorio.
- Taller de compostaje en el huerto ecológico del Campus: se analizó el proceso de compostaje, su carácter aerobio y exotérmico, y se recaló la importancia de esta enmienda orgánica para los agro-ecosistemas (Wezel *et al.* 2014). Además, la fracción de biorresiduos que se había caracterizado y separado en la actividad anterior se aportó a las composteras. Por último, el compost realizado durante el curso anterior fue cribado y añadido como enmienda orgánica a los bancales del huerto.

-Investigación para determinar la cantidad de materia orgánica de suelos en ecosistemas urbanos, forestales y agrícolas, incluyendo el huerto universitario. El alumnado recogió muestras de suelo de forma autónoma, y posteriormente determinó experimentalmente su cantidad de materia orgánica mediante la técnica de cromatografía circular (Zuazagoitia y Villarroel 2016).

-Finalmente, los grupos redactaron un informe científico en el que debían incluir una reflexión final acerca de la relevancia de la materia orgánica, según lo visto a lo largo de la intervención educativa.

Para la recogida de datos se utilizó una metodología cuantitativa, basada en un pre-test y post-test sin grupo control. Para ello se diseñó un instrumento piloto que consistió en un cuestionario estructurado de 24 ítems tipo Likert, con cinco niveles de respuesta, y opciones múltiples, en las que se examina el nivel de conocimiento, intereses y actitudes del alumnado en torno a la problemática de los residuos, el compost, la materia orgánica y el suelo. De todas ellas, solo se han analizado 14 preguntas para este trabajo, numeradas como P1-P14 (Tabla 3), junto con el análisis de diferentes aspectos de los informes científicos realizados por el alumnado y vinculados con las competencias de ES (p.ej. la relación de la cantidad de materia orgánica con el ecosistema muestreado; las interrelaciones existentes entre biorresiduos, materia orgánica, compost y los ciclos biogeoquímicos; o la capacidad de los suelos para actuar como sumideros de carbono). Para la recogida de datos se utilizaron sistemas inalámbricos de respuesta personal o “Clickers”, una metodología que, además de recabar datos, permite también visualizarlos a tiempo real, de tal forma que se genere controversia y debate (Bruff 2009). Para evaluar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las respuestas pre y post-test se realizaron diferentes pruebas estadísticas para muestras pareadas (Test de Wilcoxon, y T de Student para ítems tipo Likert y opciones múltiples, respectivamente, con un nivel de confianza del 95%) mediante el paquete estadístico XLSTAT (Adinsoft).

De entre los resultados del pre-test cabe destacar la existencia de interés inicial por la separación selectiva de los residuos (P1) y un conocimiento parcial de la gestión y tratamiento que se les aplican (P2*-P3*, P4-P5). Además, la mayoría del alumnado reconoció los residuos y el suelo (P9*) como recursos ambientales, pero estaba poco familiarizado con el proceso de compostaje (P6*-P7) y su vinculación con los agroecosistemas (P8*).

La actividad práctica de caracterización de RSU permitió verificar que la composición obtenida era similar a la de caracterizaciones realizadas a nivel internacional (Hoornweg y Bhada-Tata 2012), así como la relevancia en peso de la fracción orgánica, hecho inicialmente desconocido por un 50% del alumnado (P5).

La comparación pre-test post-test puso de manifiesto que no se consiguió corregir significativamente la visión sobre la relevancia en peso de los biorresiduos dentro de los RSU (P5); así mismo, se observó una leve mejoría en los hábitos de separación selectiva de los RSU: un mayor número de alumnos pasó a separar cuatro o más fracciones (53% vs 64%) y un menor número a separar exclusivamente tres o menos fracciones (47% vs 35%) (P4) en sus respectivos hogares. La práctica realizada en el huerto acercó al alumnado a la importancia de transformar los residuos en recursos que retornan al ciclo biogeoquímico de los ecosistemas. La comparación pre-/post- indicó una mejora parcial en la visión sobre el proceso de compostaje, que inicialmente se consideraba complejo (40% vs 17%) (P7), y era mayoritariamente desconocido o poco conocido por el alumnado (58% vs 12%) (P6*).

Tabla 3. Ítems del cuestionario pre y post actividad (P1-P14), objetivos de aprendizaje relacionados, tipología y temática abordada.

	Ítem	Objetivos de Aprendizaje	Tipo de ítem	Temática
P1	¿Cuál es tu nivel de interés sobre el reciclaje y la gestión de los residuos?	O2A	Respuestas Múltiples	Residuos
P2*	¿Cuántos kilogramos de basura dirías que produces aproximadamente al año?	O2A	Respuestas Múltiples	Residuos
P3*	Lo que se encuentra dentro de una bolsa de basura carece de valor	O2A	Likert	Residuos
P4	¿En cuántas fracciones separas la basura en tu hogar?	O2A	Respuestas Múltiples	Residuos
P5	Si no separases selectivamente tus residuos en el hogar ¿Qué fracción supone el mayor porcentaje en peso?	O2A	Respuestas Múltiples	Residuos
P6*	¿Sabrías definir qué es el compost?	O2A	Likert	Compost y Materia orgánica
P7	El proceso de compostaje es un proceso difícil de llevar a cabo	O2A	Likert	Compost y Materia orgánica
P8*	¿Consideras que una peladura de plátano, las espinas del pescado y el papel de cocina podrían enriquecer los suelos agrícolas?	O2A/B	Likert	Compost y Materia orgánica
P9*	El suelo es un recurso natural renovable	O2B	Likert	Suelo
P10*	¿Consideras que el suelo es un recurso que debemos proteger y conservar?	O2B	Likert	Suelo
P11*	Los suelos ayudan a proteger la biodiversidad del planeta y además albergan una cuarta parte de ella	O2B	Likert	Suelo
P12*	El suelo es un elemento clave a la hora de reducir y mitigar el cambio climático	O2B	Likert	Suelo
P13*	¿Sabrías explicar que es la materia orgánica del suelo?	O2B	Likert	Suelo y Materia orgánica
P14*	El 50% de nuestros alimentos requieren suelo cultivable para su producción	O2B	Likert	Suelo

* Diferencias significativas entre el pre-test y post-test ($p < 0.05$)

También se observó una mejora en la percepción de los biorresiduos y su utilidad como enmienda orgánica para mejorar la fertilidad de los suelos (P8*). A partir del análisis del informe científico realizado por grupos, se pudo constatar que la mayoría fue capaz de relacionar adecuadamente la cantidad de materia orgánica con el ecosistema muestreado, identificó correctamente el gradiente de concentración de materia orgánica (i.e. playa < jardín urbano < parcela de agricultura intensiva < huerto ecológico < zona forestal) y manifestó que la materia orgánica es un factor limitante en la fertilidad de los suelos. La mayoría de los informes reflejaron en sus conclusiones finales una adecuada comprensión de las interrelaciones existentes entre biorresiduos, materia orgánica, compost y los ciclos biogeoquímicos; solo unos pocos informes (<10%) mencionaron la capacidad de los suelos para actuar como sumideros de carbono frente al cambio climático.

Además de evidenciarse que las actividades promovieron la visión holística y el pensamiento crítico tal y como se refleja en el informe científico y en la diferencia significativa en diferentes ítems (p.ej. P2*, P8*-P12*), la comparativa pre-test post-test reveló también una mejoría relativa en el conocimiento de diferentes aspectos sobre el suelo: como recurso renovable (P9*) (inicialmente solo el 47,8% consideraba el suelo como recurso renovable frente al 73,5%), su importancia para la biodiversidad (P11*), y una mejor comprensión sobre la materia orgánica del suelo (P13*), el compost y su elaboración (P6* y P7), permitiendo un acercamiento gradual a conceptos de especial relevancia vinculados al pensamiento sistémico, como los ciclos biogeoquímicos y ciclos de vida de los materiales (P8*, P12*, P14*). En líneas generales, la intervención educativa fundamentada en el uso del Huerto EcoDidáctico, el

trabajo de campo y de laboratorio, permitió a los estudiantes apreciar y recapacitar sobre las complejas interconexiones entre biorresiduos, compost, materia orgánica y suelo, proporcionando así un acercamiento al conocimiento e interpretación del medio más cercano, al tiempo que se desarrollan competencias clave en ES.

Conclusiones

Los huertos son recursos didácticos que facilitan la implementación de metodologías activas y permiten una enseñanza de las ciencias en relación a un contexto del mundo real, y que además pueden convertirse en espacios educativos valiosos para la Educación para la Sostenibilidad. En este trabajo se han presentado dos intervenciones educativas implementadas en torno a Huertos EcoDidácticos en dos universidades distintas, para abordar una cuestión clave del DS: la producción y consumo responsables, y promover el desarrollo de dos competencias en ES: análisis crítico y reflexión sistémica. En la primera, para el Grado en Educación Infantil, el huerto constituyó el contexto inicial que catalizó una investigación del alumnado enfocada a la toma de decisiones sobre el manejo del huerto desde una perspectiva de sostenibilidad, y sobre su implementación pedagógica; en la segunda, para el Grado en Educación Primaria, el huerto constituyó el lugar donde investigar sobre contenidos socioambientales. El uso de este contexto de enseñanza-aprendizaje, que tiene además las virtudes de resultar innovador y motivador, como los propios maestros en formación inicial señalaron, permitió hacerles evolucionar (parcialmente) hacia una visión más compleja y dinámica de la realidad, que, como señalan Barrón *et al.* (2010), es necesaria para hacer frente al reto de la sostenibilidad, y como señala Williams (2008), es en realidad uno de los regalos de la sostenibilidad, pues la reflexión sistémica o el pensamiento holístico nos procuran perspectivas mucho más completas y realistas sobre los fenómenos del mundo material. En consecuencia, consideramos que es necesario avanzar hacia el diseño, implementación y evaluación de propuestas multidisciplinarias que se vertebren en torno a estos espacios educativos para fomentar el aprendizaje de contenidos y valores, y el desarrollo de competencias para la sostenibilidad en el alumnado universitario.

Agradecimientos

El presente trabajo se ha llevado a cabo en el marco del Proyecto de Innovación Docente de la Universidad de Valladolid “Huertos EcoDidácticos: nuevos espacios para la promoción de competencias del alumnado” y el Proyecto de Innovación en Sostenibilidad del Vicerrectorado de Estudiantes, Empleo y Responsabilidad Social de la Universidad del País Vasco “Realización de prácticas docentes colaborativas e interdisciplinarias en el huerto ecológico del Campus de Álava” (Vitoria-Gasteiz).

Referencias

- Aragón L. (2014) El huerto ecológico universitario: una propuesta educativa para trabajar por proyectos en el Grado en Educación Infantil, pp. 271-275 en Membiela P., Casado N., Cebreiros M.I. (eds), *La enseñanza de las ciencias: desafíos y perspectivas*. Santiago de Compostela: Educación Editora.
- Aragón L., Cruz I. M. (2016) Del Huerto Ecológico Universitario al aula de infantil: experiencias educativas en torno a problemas ambientales en la etapa de infantil. *Revista Internacional de Educación Preescolar e Infantil* 2 (1), 40-48.
- Barrón Á., Navarrete A., Ferrer-Balas D. (2010) Sostenibilización curricular en las universidades españolas. ¿Ha llegado la hora de actuar? *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 7 (nº extraordinario), 388-399.

- Barrón Á., Muñoz J. M. (2015) Los huertos escolares comunitarios: fraguando espacios socioeducativos en y para la sostenibilidad. *Foro de Educación* 13 (19), 213-239.
- Barth M., Michelsen G., Rieckmann M., Thomas, I. (Eds.). (2015) *Handbook of Higher Education for Sustainable Development*. Routledge: New York.
- Bruff D. (2009) *Teaching with classroom response systems: Creating active learning environments*. San Francisco: Jossey-Bass.
- CADEP (2012) *Orientaciones para la introducción de la sostenibilidad en el currículum*. Anexo a, Directrices para la Introducción de la Sostenibilidad en el Currículum CRUE, 2005, Declaración institucional. Grupo de trabajo Sostenibilización Curricular, Valencia: CADEP-CRUE.
- Cañal P. (2006) La alfabetización científica en la infancia. *Anla infantil* 33, 5-9.
- Carson R. (2010) *Primavera silenciosa*. Barcelona: Editorial Crítica.
- Ceballos M., Escobar T., Vílchez, J. E. (2014) El huerto escolar: percepción de futuros maestros sobre su utilidad didáctica, pp. 285-292 en APICE (Comp.), *26 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales y segunda Escuela de Doctorado*. Huelva: Universidad de Huelva.
- Cebrián G., Junyent, M. (2015) Competencies in education for sustainable development: Exploring the student teachers' views. *Sustainability* 7 (3), 2768-2786.
- Corkery L. (2004) Community gardening as a platform for education for sustainability. *Australian Journal of Environmental Education* 20 (1), 69-75.
- Eugenio M. y Aragón L. (2016a) Experiencias en torno al huerto ecológico como recurso didáctico y contexto de aprendizaje en la formación inicial de maestros de Infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13 (3), 667-679.
- Eugenio M. y Aragón L. (Coords.) (2016b) Huertos EcoDidácticos: compartiendo experiencias educativas en torno a huertos ecológicos. Huesca: Jolube.
- Eugenio M. y Aragón L. (2017) Experiencias educativas en relación a la Agroecología en la educación superior española contemporánea: presentación de la Red Universidades Cultivadas (RUC). *Agroecología* 11 (1), 31-39.
- Fernández M., Fuertes M. T., Albareda, S. (2015) Sostenibilización curricular en la Educación Superior: propuesta metodológica. *Opción* 31(1), 284-304.
- García-Esteban F. E., Murga-Menoyo M. Á. M. (2015) El profesorado de educación infantil ante el desarrollo sostenible. Necesidades formativas. Enseñanza y Teaching: *Revista interuniversitaria de didáctica* 33 (1), 121-142.
- García J. E., Cano, M. I. (2006) ¿Cómo nos puede ayudar la perspectiva constructivista a construir conocimiento en Educación Ambiental? *Revista Iberoamericana de Educación* 41(monográfico: Educación para el desarrollo sostenible), 117-131.
- García, J. E. (2003). Investigando el ecosistema. *Investigación en la escuela* 51, 83-100.
- Hoorweg D., Bhada-Tata P. (2012) *What a waste: a global review of solid waste management*. World Bank, Washington DC, USA.
- Kaufman M., Serafini C. (1993) *La huerta: un sistema ecológico*. En: H. Weissmann (Comp.). *Didáctica de las ciencias naturales. Aportes y reflexiones*. Buenos Aires: Editorial Paidós SAICF.
- Miller M. A. (2007) A rose by another name: Environmental education through gardening. *Applied Environmental Education and Communication* 6 (1), 15-17.

- Murga-Menoyo M. Á. (2015) Competencias para el desarrollo sostenible: las capacidades, actitudes y valores meta de la educación en el marco de la Agenda global post-2015. *Foro de Educación* 13 (19), 55-83.
- Naciones Unidas (2015) *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- Novo M. (2007) *El desarrollo sostenible: su dimensión ambiental y educativa* (2ª Ed.). Colombia: Pearson Education.
- Rekondo M., Espinet M., y Llerena G. (2015) La construcción discursiva de la competencia eco-ciudadana en la escuela: la realización de un diseño tecnológico colaborativo en agroecología escolar. *Investigación en la escuela* 86, 7-19.
- Rieckmann M. (2012) Future-oriented higher education: which key competencies should be fostered through university teaching and learning? *Futures* 43, 127-135.
- Sáenz-Rico De Santiago B., Benítez Satre L., Neira J. M., Sobrino Calleja M. R., D'angelo Menéndez E. (2015) Perfiles profesionales de futuros maestros para el desarrollo sostenible desde un modelo formativo centrado en el diseño de ambientes de aprendizaje. *Foro de Educación* 13 (19), 141-163.
- Solís-Espallargas C., Valderrama-Hernández, R. (2015) La Educación para la Sostenibilidad en la formación de profesorado. ¿Qué estamos haciendo? *Foro de Educación* 13 (19), 165-192.
- Sterling S. (2001) *Sustainable Education, Re-Visioning Learning and Change, Schumacher Society Briefing no 6*. Dartington: Green Books.
- Ull M.Á. (2014) Competencias para la sostenibilidad y competencias en Educación para la Sostenibilidad en la Educación Superior. *Uni-pluri/versidad* 14 (3), 46.
- UNECE (2013) Empowering educators for a sustainable future. Tools for policy and practice workshops on competences in education for sustainable development. Geneva: United Nations, [EC/CEP/165](#), 14-15.
- UNESCO (2014a) *Road map for implementing the Global Action Programme on Education for Sustainable Development*.
- UNESCO (2014b) *Shaping the Future We Want. A Decade of Education for Sustainable Development (2005-14). Final Report*.
- Wals A. E. (2014) Sustainability in higher education in the context of the UN DESD: a review of learning and institutionalization processes. *Journal of Cleaner Production* 62, 8-15.
- Wezel A., Casagrande M., Celette F., Vian J.F., Ferrer, A., Peigne J (2014) Agroecological practices for sustainable agriculture: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34:1–20.
- Williams D. (2008) Sustainability educations' gift: Learning patterns and relationships. *International Journal of Education for Sustainable Development* 2 (1), 45-50.
- Williams I. D. (2014). The importance of education to waste (resource) management. *Waste Management* 11(34), 1909-1910.
- Wu Y. C. J., Shen J. P. (2016) Higher education for sustainable development: a systematic review. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 17 (5), 633-651.
- Zuazagoitia D. y Villarroel J. D. (2016) Studying the importance of soil organic matter: An educational proposal for secondary education. *Educación Química* 27 (1), 37-42.