

Construyendo la ciudad sostenible en el Grado de Educación Primaria

Jerónimo Torres-Porras ^{1,a}, José Carlos Arrebola ^{1,b}

¹Departamento de Didáctica de las Ciencias Sociales y Experimentales, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Córdoba. Córdoba. España.

^ajeronimo.torres@uco.es, ^bq92arhaj@uco.es

[Recibido 30 enero de 2017. Revisado 22 mayo 2017. Aceptado 18 enero de 2018]

Resumen: Los problemas medioambientales que está generando la especie humana han llegado a tener un carácter global y estar interconectados, llegando a la conclusión de que es necesario apostar por un desarrollo sostenible. Una de las herramientas clave para alcanzar este desarrollo, que no ponga en peligro las necesidades de las futuras generaciones, es la Educación Ambiental. En este artículo se presenta una experiencia educativa llevada a cabo en el Grado de Educación Primaria en la que el alumnado ha sido protagonista activo de su propio aprendizaje, planificando y llevando a cabo la elaboración de una maqueta de una ciudad sostenible. Los resultados muestran un gran interés por parte del alumnado, valorando de forma muy positiva la experiencia y planteándose su realización en un futuro con alumnado de Educación Primaria. Se trata en definitiva de formar y concienciar a los docentes del futuro, encargados de educar a la sociedad del mañana.

Palabras clave: Educación ambiental; medioambiente; desarrollo sostenible; problemáticas medioambientales.

Building the sustainable city in Primary Education Degree

Abstrac: Environmental problems that have being generated by humans have become global character and be interconnected, concluding that it is necessary to bet for a sustainable development. One key tool to achieve this development that does not compromise the needs of future generations, is Environmental Education. This article presents an educational experience carried out in the Primary Education Degree in which students have played an active role in their learning process, planning and carrying out the elaboration of a sustainable city model. The results show great interest by the students, valuing in a very positive way the experience and considering its realization in a future with students of Primary Education. It is a way of raising awareness of this and educating the teachers of the future, responsible for educating the tomorrow society.

Keywords: environmental education; environment; sustainable development; environmental issues.

Para citar este artículo: Torres-Porras J. y Arrebola J.C. (2018) Construyendo la ciudad sostenible en el Grado de Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15 (2), 2501. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2501

Introducción

Con el avance y desarrollo científico-tecnológico experimentados desde principios del siglo pasado, una gran parte de la sociedad, especialmente de los países desarrollados, ha visto mejorada su calidad de vida. Así, podemos constatar cómo en los últimos años la esperanza de vida ha aumentado, el acceso a la educación para la mayoría de ciudadanos es una realidad, podemos disfrutar de un suministro de electricidad y agua constantes, una gran parte de la población tiene acceso a vehículo propio... No obstante, todo este desarrollo ha traído aparejado consigo una serie de consecuencias no tan positivas, tanto de tipo ecológico -aumento de los niveles de contaminación ambientales, de deforestación, pérdida de biodiversidad (WWF 2016)..., como de tipo social -mayor dependencia energética (Valladolid 2014), diferencias más acentuadas entre los países desarrollados y los que están en vías de desarrollo. Tal es el impacto de nuestra especie sobre el planeta que hemos pasado a una nueva

época geológica: el antropoceno (Waters *et al.* 2016), surgida como consecuencia de las acciones humanas sobre el planeta Tierra.

Todo ello ha propiciado, afortunadamente, que desde hace ya algunos años se haya comenzado a tomar conciencia de toda esta problemática, algo fundamental para empezar a acometer medidas al respecto. Sin embargo, aún falta mucho por hacer en ambos sentidos: tanto en el de la mayor concienciación de la sociedad, como en el de la implementación de medidas eficaces a este respecto. En este sentido, los distintos gobiernos de los diferentes países tienen su cuota de responsabilidad, si bien, no el cien por cien de esta. Es un deber moral de cada ciudadano y de múltiples instituciones contribuir eficazmente con sus actuaciones a la solución de estas problemáticas. Se trataría, en definitiva, de que todos y cada uno de nosotros contribuyéramos con nuestras acciones, por insignificantes que parezcan, a un desarrollo sostenible (Vilches *et al.* 2008).

En esta tarea en la que todos tenemos responsabilidad en la promoción de un desarrollo sostenible, la comunidad educativa tiene mucho que decir. Además, así lo establecen las normativas educativas. Si observamos la legislación educativa vigente en España, podemos encontrar múltiples alusiones hacia el cuidado del medioambiente y la sostenibilidad, desde las etapas más tempranas hasta el Bachillerato. En definitiva, es enorme la implicación que debe tener la comunidad educativa hacia una educación ambiental de la sociedad, si bien es cierto que la comunidad educativa no es la única institución que debe implicarse en este cometido.

Hay que tener en cuenta que nuestra sociedad es cada vez más urbana, se espera que en 35 años vivan en las ciudades dos de cada tres personas (UNFPA 2011), lo que implica que surjan problemáticas urbanas con la necesidad de afrontarlas y prevenirlas. Al mismo tiempo indica que es importante trabajar el entorno urbano, ya que será el más cercano a la mayoría de la población. En relación a esta temática, en este trabajo se presenta una propuesta didáctica llevada a cabo en el cuarto curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Córdoba, consistente en la realización a escala de una maqueta de modelo de ciudad sostenible, observando múltiples factores. Todo ello con la idea fundamental de ofrecer al alumnado, futuros docentes de la sociedad del mañana, una visión global de la problemática cercana, esto es, en entornos urbanos donde viven o están realizando su grado académico, pero relacionada con las problemáticas globales, así como evidenciar las medidas que pueden y deben llevarse a cabo en pos de propiciar un desarrollo sostenible.

El objetivo de este proyecto es, por lo tanto, fomentar en el alumnado universitario el conocimiento del funcionamiento de las ciudades, de sus problemáticas, las relaciones con los grandes problemas ambientales globales, las soluciones a esas problemáticas, lo que les permita decidir sobre sus propias acciones y que puedan experimentar ellos mismos una forma de trabajar la sostenibilidad urbana que implique la colaboración y el trabajo en equipo, que posteriormente podrían poner en práctica como maestros y maestras de educación primaria.

Marco teórico

La ciudad sostenible

Son múltiples las referencias bibliográficas sobre ciudades sostenibles (Vázquez 1998, González 2002, Brunet *et al.* 2005). Podríamos definir ciudad sostenible como aquella diseñada teniendo en cuenta el impacto ambiental, y en la que sus habitantes están concienciados hacia la minimización del consumo de recursos (como energía, agua o alimentos), la disminución en la generación de residuos y la contaminación del aire o el agua (Register 1987). De otro modo,

podríamos decir que la ciudad sostenible es aquella que, además de tener una conciencia plena sobre la necesidad de preservar el medio ambiente, implementa medidas eficaces y exitosas para combatir problemas, tanto desde el punto de vista de la ciudadanía, como el de las instituciones.

Se trata de conseguir ciudades más amigables para nuestra especie, que permitan una buena salud minimizando los impactos que la propia ciudad puede generar. La salud de sus habitantes dependerá de la calidad del entorno, es decir, del entorno urbano, con aspectos clave ya mencionados como la calidad del aire, agua, el nivel de emisión de ruidos, olores, etc.

Existen iniciativas para poder evaluar la sostenibilidad de determinados municipios españoles, como el Sistema Municipal de Indicadores de Sostenibilidad (MMAMRM 2010), que muestra un estándar de indicadores para dicho propósito y otros internacionales que publican un ranking de ciudades sostenibles (Arcadis 2016). Es decir, no es una utopía, como demuestra el que muchas ciudades estén adaptándose a los nuevos estándares de calidad ambiental en beneficio de sus ciudadanos.

Educación para la sostenibilidad

Para fomentar un desarrollo sostenible y una preocupación por el medioambiente en la ciudadanía es indispensable su concienciación. Para esto, es necesaria una acción educativa encauzada a tomar conciencia de la importancia del medioambiente, de las problemáticas medioambientales y de sus causas, además de desarrollar actitudes, aptitudes y habilidades para resolver estas y desarrollar prácticas más sostenibles (Barraza y Castaño 2012). En definitiva, es necesaria una educación para la sostenibilidad, lo que resulta fundamental en la formación de la ciudadanía (Novo 2006).

Pero es necesario actuar ya, que las nuevas generaciones consigan lo que las anteriores no han logrado (Orr 2004), esta urgencia ya la advertía David W. Orr en 1995 y lamentablemente sigue siendo poco estudiada (Maniates 2013). Aunque se ha avanzado y se ha fomentado la inclusión en los diferentes currículos y en la enseñanza universitaria, en las que se intenta apostar por una sostenibilización curricular (Novo y Murga 2010, Aznar *et al.* 2011, Jiménez Fontana *et al.* 2015). No obstante, la Educación Ambiental no debería quedar referida únicamente a la formación reglada (Novo 2005). Estudios donde se constata la baja percepción de problemáticas medioambientales o una visión de que el comportamiento respetuoso con el medioambiente es algo costoso o incómodo apoyan esta afirmación (Díez 2002, Ruíz 2006), siendo difícil disminuir la brecha entre el decir-hacer (Páramo 2016).

Volviendo a la formación reglada, en la literatura pueden encontrarse numerosas experiencias que abordan la Educación Ambiental en distintas etapas educativas y empleando diferentes estrategias: como la creación de un blog, murales, usando las TIC o mediante elementos de innovación como la carta de la Tierra (Manzanares *et al.* 2006, Hinojosa *et al.* 2014, Franco-Mariscal 2014), también se han utilizado estrategias más específicas como las agendas 21 escolares (Aznar Minguet 2003, Franquesa y Weissman 2005), el aprendizaje-servicio (Martínez 2008, Rodríguez-Gallego y Ordóñez-Sierra 2015), eco-auditorías (Cano Villanueva 2005) y ecoescuelas (Perales-Palacios 2014) e itinerarios por la naturaleza o la ciudad (Torres-Porras *et al.* 2017). Resulta fundamental que el alumnado comprenda las problemáticas cercanas a su día a día, el impacto de sus acciones, cómo alcanzar la sostenibilidad, que es algo del presente, no del futuro, es urgente modificar el sistema actual y ellos, debido a su futuro profesional, poseen una gran responsabilidad en trabajar esta temática como eje principal.

En este trabajo se aborda la educación para la sostenibilidad mediante un proyecto consistente en la construcción cooperativa de maquetas de ciudades sostenibles, por lo que trabajan juntos

para alcanzar objetivos comunes (Johnson, Johnson y Holubec 1999). Al explorar de manera dinámica problemáticas reales (y plasmar las soluciones en la maqueta), estamos ante un ejemplo de aprendizaje basado en proyectos (ABP), el cual permite un aprendizaje más profundo y significativo (Blumenfeld *et al.* 1991, Willard y Duffrin 2003).

Respecto al empleo de maquetas, estas funcionan como sistemas simbólicos que ayudan a entender la realidad, y a menudo se emplea con intención didáctica (Adúriz-Bravo *et al.* 2005). Las maquetas se han utilizado en educación en ámbitos tales como arquitectura (Cubalo 2015), ecología (Gómez *et al.* 2006), aprendizaje del cuerpo humano (Sardá 2008), o en museos (Safir 2016), siendo por tanto un recurso didáctico de gran valor educativo.

Se ha utilizado la maqueta ya que este recurso fomenta el aprendizaje constructivista, en el que tiene gran importancia la construcción de las ideas por el alumnado influidas por las interacciones entre el alumnado y entre alumnado y profesorado, teniendo la posibilidad de resolver problemas y tomar decisiones (Rodrigo y Cubero 2000, Lesgold 2004). Las maquetas permiten al alumnado hablar sobre lo que están construyendo, con acciones claves como las mencionadas de resolución de problemas y toma de decisiones, estableciendo relaciones entre sus ideas, sus experiencias y el modelo teórico (Gómez 2005). La construcción de maquetas puede mediar en tres dimensiones (Gómez 2005): (a) entre las ideas iniciales y un fenómeno complejo; (b) entre los modelos de los estudiantes y los modelos del profesorado; (c) entre los diferentes niveles de construcción del modelo. Constituyen por lo tanto una herramienta clave para ayudar a comprender la complejidad del funcionamiento de una ciudad actual, sus problemáticas y las soluciones a implementar.

Objetivos y preguntas de investigación

Los principales objetivos de este artículo son: (a) mostrar una propuesta de educación ambiental centrada en la sostenibilidad de las ciudades para futuros maestros y maestras de educación primaria; (b) exponer los resultados de su implementación; (c) presentar la evaluación de la percepción de los participantes sobre su desarrollo y utilidad.

Para ello, respondemos a las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Puede el alumnado relacionar las problemáticas locales con las globales y plantear soluciones?
- ¿Qué infraestructuras proponen los futuros docentes en su maqueta de ciudad sostenible?
- ¿Cuál ha sido la percepción de los participantes en torno al proyecto, interés, utilidad de la propuesta para su futuro profesional?

Metodología

El proyecto se desarrolló con dos grupos de 4º curso del Grado de Educación Primaria de la Universidad de Córdoba en la asignatura de Didáctica del Medio Ambiente en Educación Primaria durante el curso académico 2015-2016. Los grupos estaban formados por 42 y 61 alumnos que suman un total de 103 alumnos, que eran divididos cada uno en tres grupos de trabajo.

Para determinar si se alcanzaban los objetivos del proyecto se evaluó el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumnado en distintas fases del trabajo, lo que permitía a su vez mejoras en el propio desarrollo del proyecto y en su propio proceso de aprendizaje. Se evaluó, en primer lugar (1), un trabajo que tenían que realizar por parejas y, posteriormente, exponerlo a su grupo de prácticas (capacidad de exposición, de los contenidos y del recurso digital utilizado).

Se valoraba también (2) la asistencia a las distintas sesiones de trabajo. Por último se evaluaba la defensa final del trabajo (capacidad de exposición, de los contenidos y del recurso digital utilizado), así como (3) la maqueta realizada (terminación y diseño acorde a la teoría).

Por otra parte, se pidió al alumnado, tras finalizar el proyecto, que realizara un cuestionario anónimo en el que se debía expresar su grado de acuerdo con cada una de las afirmaciones que se les presentaban, teniendo en cuenta que 1 significaba *Totalmente en desacuerdo* y 5 *Totalmente de acuerdo*. Dicho cuestionario fue realizado por un total de 98 personas (29 alumnos y 69 alumnas).

Las afirmaciones eran las siguientes:

- 1. Me ha resultado complicada la realización de esta práctica.
- 2. Me ha resultado interesante la realización de este trabajo.
- 3. He comprendido el objetivo de esta práctica.
- 4. Esta práctica ha contribuido a aumentar mi interés por las problemáticas ambientales.
- 5. La actividad me ha resultado útil para el aprendizaje en esta asignatura.
- 6. He disfrutado realizando este trabajo.
- 7. No es importante trabajar el medioambiente en Educación Primaria.
- 8. En mi futura labor docente realizaré esta práctica con mi alumnado de E.P.O.
- 9. Considero necesaria la utilización de estos recursos didácticos en la docencia.

Para la realización de los análisis estadísticos y las gráficas se ha utilizado el programa STATISTICA 8.0 (Statsoft Inc., Tulsa, Oklahoma, USA).

Descripción de la experiencia

El proyecto se realizó en un mes a lo largo de 5 sesiones prácticas de hora y media de duración por sesión, a lo que habría que añadir el tiempo no lectivo que cada grupo debía dedicar para la consecución de los objetivos. Cada uno de los dos grupos clase se dividió en tres grupos de trabajo de entre 14 y 21 alumnos por grupo, teniendo que hacer cada uno de estos grupos de trabajo una maqueta, lo que implica 6 maquetas en total. Las clases teóricas de la asignatura estaban enfocadas a trabajar las problemáticas ambientales globales más importantes: la superpoblación, la contaminación, el cambio climático, la deforestación y la pérdida de biodiversidad mediante actividades, debates, vídeos..., pero con una visión global, por lo que el proyecto de ciudad sostenible se centraba en que el alumnado trabajara distintas problemáticas y sus soluciones más cercanas a su vida cotidiana y pudiera relacionarlas con las problemáticas globales.

Primer día (Grupo de trabajo)

Se explicó el desarrollo del proyecto y se realizó un breve planteamiento de las problemáticas urbanas que conocen. Para realizar el proyecto tendrían que ponerse de acuerdo y cooperar todo el grupo de trabajo, primero debían repartirse las cuestiones sobre las que tenían que buscar información y preparar una presentación por parejas para profundizar en esa temática. Además, debían en el trabajo a realizar, responder a estas cuestiones: ¿Está relacionada la temática con algún problema a nivel mundial?, ¿y con algún problema de ámbito local?, ¿tiene algún tipo de repercusión en nuestra vida diaria?, ¿qué podríais hacer para contribuir a solucionarlo?

Se les aportaron las temáticas sobre las que tenían que buscar información para exponerla la semana siguiente: diseño de la ciudad, transporte y calidad del aire, energías, gestión de residuos, agua, edificios, alimentación, aspectos sociales, contaminación acústica, contaminación lumínica, etc.

Segundo día (Grupo de trabajo)

Puesta en común de la información. Cada pareja exponía ante sus compañeros y compañeras, con apoyo de una presentación digital, la temática sobre la que se habían hecho expertos, siendo la presentación evaluada por el profesorado. Posteriormente se reunían para debatir sobre la información expuesta y comenzar a repartirse las tareas para el diseño y elaboración de una maqueta de una ciudad sostenible. Debían decidir con qué materiales realizarla y de qué tamaño, aunque se les indicó un tamaño mínimo de la superficie de un pupitre.

Tercer día (Grupo de trabajo)

Asistían a clase con el material necesario para diseñar y comenzar a construir una ciudad sostenible que tuviera en cuenta la información aportada por cada pareja de expertos en la sesión anterior. El alumnado era el responsable del reparto de tareas y la coordinación del grupo de trabajo para la construcción de la maqueta (Figura 1).



Figura 1. Alumnado trabajando en sus maquetas de ciudades sostenibles.

Cuarto día (Grupo de trabajo)

Cada grupo de trabajo continuaba con la construcción de la ciudad sostenible. Se reservaron distintas aulas y en otros casos, espacios para facilitar al alumnado que trabajasen más horas y no solo la hora y media lectiva. En estas sesiones el profesorado solo intervenía para recordarles que debían tener en cuenta los aspectos tratados, preguntando para que se cuestionaran algunos diseños. Además, se les volvía a comentar que debían preparar una exposición final apoyada con una presentación en formato digital en la que explicarían el porqué de los distintos elementos de su ciudad y de aquellos que no se pueden ver, como pueden ser los aspectos sociales, etc.

Quinto día (Grupo clase)

Exposición por parte de los grupos de trabajo de su ciudad sostenible, es decir, de las tres maquetas de cada grupo clase. Exponían con ayuda de una presentación digital los contenidos más importantes de su maqueta, como energías, gestión de residuos, agua, etc. Por lo tanto, se realizaban tres exposiciones en cada grupo clase, pudiendo el alumnado ver los resultados de

los otros dos grupos de trabajo. Tanto alumnado como profesorado realizaba posteriormente preguntas sobre los contenidos de la exposición o sobre la maqueta.

Resultados y discusión

Análisis de los trabajos realizados

Cuando se planteó el proyecto al alumnado, el profesorado les indicó el objetivo de este y de cada sesión de trabajo, el sistema de evaluación y les permitió que organizaran y planificaran el tiempo a dedicar fuera de horas lectivas, búsqueda de información, materiales a utilizar, etc. Hay que indicar que todos los grupos estuvieron muy involucrados y coordinados, que disfrutaban durante las sesiones de trabajo a las que dedicaban más horas de las lectivas y que todos realizaron un gran trabajo, no solo en la construcción, sino conceptual, ya que lo más importante era que aplicaran los conocimientos de cada pareja de expertos a la construcción de la maqueta de la ciudad sostenible.

En las exposiciones por parejas sobre los aspectos a tener en cuenta para la construcción de una ciudad sostenible, buscaron y expusieron una información clara y concisa sobre cada tema tratado, relacionándolo con problemáticas a nivel global, a nivel local, su repercusión en el día a día y las posibles soluciones. Por ejemplo, respecto al transporte y calidad del aire, exponían cómo las ciudades han ido creciendo con un mayor tráfico rodado y una disminución de las zonas verdes. A nivel mundial el mayor consumo y quema de petróleo ha incrementado los niveles de CO₂ en la atmósfera provocando un incremento del efecto invernadero y así del cambio climático. Por otra parte, a nivel global pero también local, provoca en los habitantes de las ciudades una mayor exposición a contaminantes atmosféricos con un mayor riesgo hacia la salud, más en un país como España con escasas precipitaciones en algunas zonas (de Keijzer 2017). Como posibles soluciones aportaban apostar por vehículos eléctricos, prioridad al transporte público, fomentar el uso de la bicicleta, etc., sin embargo al exponer y debatir qué podrían hacer ellos para solucionarlo reconocían la dificultad para modificar sus hábitos diarios, viendo ésta como uno de los principales obstáculos para la sostenibilidad de una ciudad o de una sociedad.

La Estrategia de Medio Ambiente Urbano (MMA-RRDLS 2006) pretende favorecer el desarrollo de ciudades compactas y complejas que reduzcan su impacto ambiental, disminuyan la dependencia del transporte y el tiempo de desplazamiento, los niveles de contaminación y de residuos y mejoren la eficiencia en la utilización de recursos, por lo que propone elaborar planes sectoriales en aspectos clave como la energía, transporte, agua y gestión de residuos, todos ellos contemplados por el alumnado en sus exposiciones y en el diseño de sus ciudades.

Analizando cada una de las 6 maquetas y en concreto las temáticas que habían preparado cada pareja de expertos y que tenían que quedar plasmadas en las maquetas (zonas verdes, transporte y calidad del aire, edificios, fuentes de energía, gestión de residuos, agua, alimentación), podemos determinar cómo ha solucionado cada grupo cada una de estas temáticas en las maquetas (Tabla 1). Encontramos algunas diferencias entre maquetas, que se deben a las decisiones colectivas realizadas en los grupos durante la realización de las maquetas y a la aplicación de los conocimientos de las parejas de expertos.

Tabla 1. Temática, infraestructura y porcentaje de los diferentes ítems trabajados en las 6 maquetas.

<i>Temática</i>	<i>Infraestructura</i>	<i>Porcentaje (%)</i>
Zonas verdes	Superficie reducida (<33% de la superficie)	33
	Superficie intermedia (33-66%)	33
	Superficie elevada (>66%)	33
Transporte y calidad del aire	Carril bici	100
	Transporte colectivo ecológico (metro, bus eléctrico...)	100
Edificios	Uso de placas solares en edificios	83
	Techos verdes	50
Fuentes de energía	Eólica	100
	Placas solares	66
	Mareomotriz	17
Gestión de residuos	Contenedores separación residuos	100
	Planta reciclaje	100
Agua	EDAR	66
	Desalinizadora	17
	Potabilizadora	50
Alimentación	Huertos ecológicos	100
	Granjas ecológicas	100

El diseño de la ciudad y los diferentes usos del suelo es lo primero que planificaron sobre un plano o sobre el soporte de la ciudad, en la que tuvieron en cuenta la inclusión de todas las infraestructuras necesarias para el funcionamiento de las ciudades, así como para su abastecimiento alimentario, pero además haciendo estas más cercanas al peatón y al disfrute de la ciudad, con zonas verdes y restricciones al tráfico, como está reflejado en la Estrategia Española de Sostenibilidad Urbana y Local (MMARM-MF 2011). Aunque en algunas maquetas la planificación urbana era similar a las ciudades actuales, en las que los carriles para vehículos particulares eran el principal eje de las ciudades, en otras abundaban las zonas peatonales y los carriles destinados al tráfico rodeaban el núcleo habitable de la ciudad o solo eran utilizados para el transporte público (Figura 2). Es destacable el hecho de que la superficie dedicada a zonas verdes era dispar (Tabla 1). Así, en un 33 % de los casos, esta superficie era reducida (< 33 %); otro 33 % dedicó una superficie media (entre 33-66 %) y las maquetas del tercio restante presentaron una elevada superficie destinada a zonas verdes (> 66 %).

**Figura 2.** Maqueta de uno de los grupos de trabajo (líneas rojas - carril bici).

El transporte y una buena calidad del aire son fundamentales en una ciudad sostenible, y los distintos diseños apostaban por un menor dominio del automóvil promoviendo el transporte urbano ecológico y los carriles para bicicletas, en un 100 % de los casos (Tabla 1). Solo se permitía el transporte eléctrico, ya fueran autobuses urbanos, tranvía, o vehículos particulares, por lo que disponían de puntos de carga y, así, disminuían la contaminación atmosférica y la

acústica. Para disminuir la contaminación lumínica, todas las farolas tenían un cobertor o un diseño que impedía que la luz se propagara hacia el cielo nocturno.

Los edificios tenían elementos para ser más sostenibles y ecológicos, como placas solares, en un 83 % de las maquetas, y terrazas verdes en un 50 % (tabla 1 y figura 2). Lo que está en consonancia con el nuevo Código Técnico de la Edificación, que incorpora como obligación la utilización de energía solar y requisitos de eficiencia energética. Además, en las exposiciones y defensas de sus maquetas los grupos de trabajo explicaron que se tendría en cuenta la procedencia de los materiales de construcción, para que fueran de distribuidores nacionales, evitando su transporte desde otros países, disminuyendo así el CO₂ generado. Se harían con aislantes térmicos para disminuir el consumo de energía posterior y con sistemas de ahorro de agua.

La energía se obtenía de fuentes renovables no contaminantes en todas las maquetas, a partir de placas solares (66 %), generadores eólicos (100 %) o energía mareomotriz (17%; Tabla 1; Figura 3), evitando así incrementar los niveles de CO₂ atmosféricos o la generación de residuos radiactivos, una de las prioridades del Libro verde de sostenibilidad urbana y local en la era de la información (MAAMA 2012). El alumnado era positivo respecto a la modificación de sus propios hábitos para consumir menos energía y estarían dispuestos a pagar algo más por la energía si esto asegurara invertir en renovables. La adecuada gestión de los residuos sólidos urbanos es también fundamental en las ciudades, fomentándose en todos los casos (Tabla 1) la separación selectiva de residuos con distintos tipos de contenedores, que incluían en algunos casos los subterráneos, así como puntos limpios y plantas de reciclaje (Figura 3).

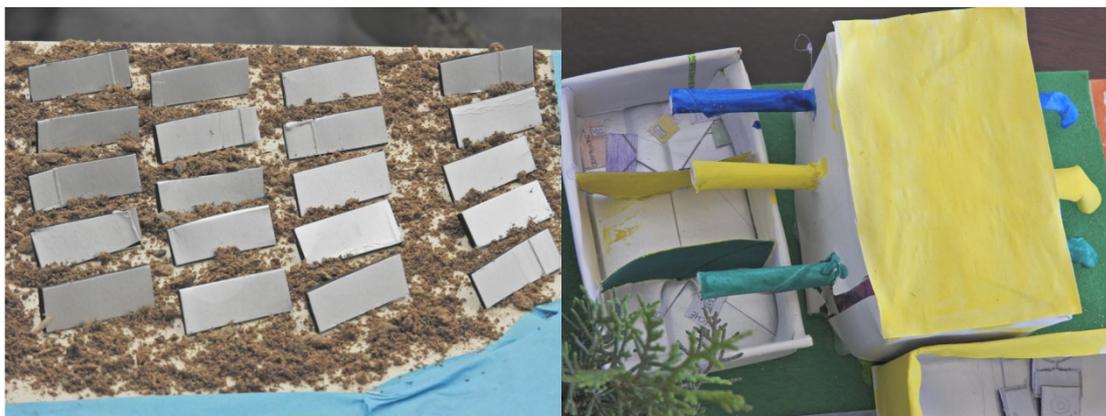


Figura 3. Obtención de energía renovable (placas solares, izq.) y gestión selectiva de residuos (planta de reciclaje, dcha.) de las maquetas de ciudades sostenibles.

El agua es otro elemento clave, tanto la obtención y consumo de agua potable, como el tratamiento de las aguas residuales (Figura 4). Es de reseñar que solo el 50 % de las maquetas presentaba una potabilizadora. Respecto a las estaciones depuradoras de aguas residuales, solo en un 66 % de los casos estaba presente. La obtención de productos alimenticios es algo que tenían que considerar y estudiar; en un 100 % de los casos (Tabla 1) optaron por una ganadería, agricultura y pesca ecológicas con productos procedentes de lugares cercanos (Figura 4).



Figura 4. Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) con código QR que muestra la información referente al tratamiento de aguas (izq.) y huertos (dcha.).

Otros de los aspectos a considerar, pero que no quedaban tan patentes en la maqueta, eran los aspectos sociales, es decir, concienciación, educación ambiental o participación ciudadana, que debían ser explicados durante la presentación de la maqueta. Se apostaba por la concienciación de la ciudadanía en la utilización del transporte público, del carril bici, en el uso responsable del agua y la energía, así como en la separación de los residuos sólidos urbanos y se planificaban campañas en los centros escolares para abordar estos conceptos. La Estrategia de Medio Ambiente Urbano (MMA-RRDLS 2006) asume que el instrumento de gestión urbana sostenible deberá ser la Agenda 21 la cual debe incluir los ámbitos sociales, económicos y ambientales.

Podemos decir que el alumnado ha estado muy motivado, ha buscado información y profundizado en las problemáticas y el funcionamiento de las ciudades y en cómo estas pueden ser más sostenibles. Esta motivación y esfuerzo han quedado reflejados en las evaluaciones realizadas por el profesorado en las distintas fases al alumnado, las cuales han sido muy positivas con unas calificaciones elevadas, teniendo en cuenta que el total de las calificaciones de este proyecto podían sumar un máximo 2,5 puntos. La exposición del trabajo inicial por parejas de expertos se calificaba sobre medio punto y la media de las calificaciones es de $0,47 \pm 0,06$; la media de la asistencia ha sido de $0,43 \pm 0,09$ sobre un máximo de 0,5; la media de la exposición final por grupos de la maqueta ha sido de $0,46 \pm 0,05$ sobre 0,5 puntos y la calificación media obtenida en las distintas maquetas presentadas ha sido de 1 punto. Tanto alumnado como profesorado han quedado satisfechos con el resultado, pudiéndose profundizar en el conocimiento del funcionamiento de las ciudades y cómo estas pueden ser más sostenibles y amigables para la ciudadanía.

Resultados del cuestionario sobre el proyecto

Respecto al formulario anónimo completado por el alumnado al término del proyecto (98 encuestas; 68,37% alumnas y 31,63% alumnos), los resultados muestran que ha sido positivo su proceso de enseñanza-aprendizaje sobre las problemáticas ambientales ligadas al entorno urbano (Figura 5). En la primera afirmación (1. Me ha resultado complicada la realización de esta práctica) el valor medio aportado ($2,08 \pm 1,04$; media \pm desviación estándar) muestra que la mayoría no ha considerado complicada esta actividad y a su vez les ha resultado interesante (afirmación 2. Me ha resultado interesante la realización de este trabajo, con una media de $4,64 \pm 0,63$). Han comprendido el objetivo de la práctica (3. He comprendido el objetivo de esta práctica), con una media de $4,77 \pm 0,56$. Respecto a la afirmación 4ª *Esta práctica ha contribuido a aumentar mi interés por las problemáticas ambientales*; los valores son elevados ($4,47 \pm 0,81$), mostrando que este trabajo les ha motivado sobre estos nuevos conocimientos; además

consideran que ha sido útil para el aprendizaje de la asignatura (5. La actividad me ha resultado útil para el aprendizaje en esta asignatura) con valores medios de $4,56 \pm 0,65$ y han disfrutado durante el proceso (6. He disfrutado realizando este trabajo) con una media de $4,23 \pm 0,99$.

También valoran la importancia de trabajar temáticas medioambientales en Educación Primaria (7. No es importante trabajar el medioambiente en Educación Primaria), esta pregunta era una negación y la media es de $1,11 \pm 0,55$, por lo que han mostrado su desacuerdo con tal afirmación. La gran mayoría están de acuerdo en la afirmación número 8. *En mi futura labor docente realizaré esta práctica con mi alumnado de E.P.O.* (media de $4,21 \pm 0,84$) y en la última afirmación (9. Considero necesaria la utilización de estos recursos didácticos en la docencia) la respuesta es positiva ($4,63 \pm 0,70$), mostrando que están de acuerdo en aplicar la teoría al diseño práctico para la realización de esta maqueta de ciudad sostenible.

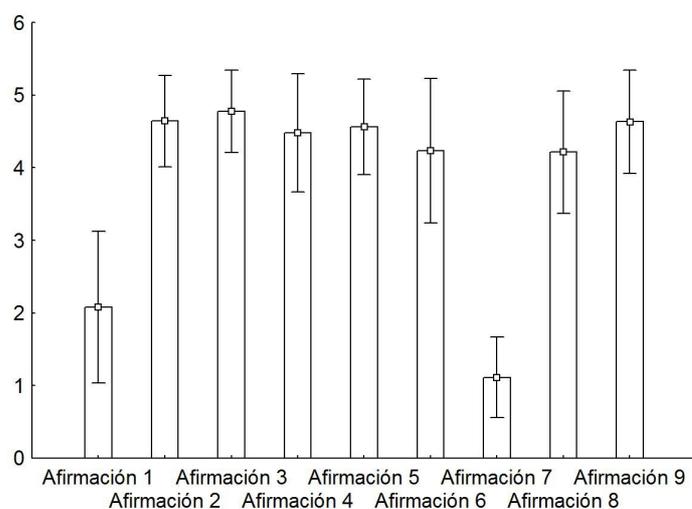


Figura 5. Valores medios de las respuestas del alumnado al cuestionario anónimo (medias \pm desviación estándar).

Conclusiones

La sociedad actual está inmersa en una gran crisis ambiental a nivel global, numerosos problemas han surgido tras la superpoblación y el consumo excesivo de recursos de una parte de esta población: deforestación; pérdida de biodiversidad, contaminación de distintos tipos, siendo la atmosférica la que está provocando un incremento del efecto invernadero y con ello un cambio climático global. Es por ello necesario lograr un desarrollo sostenible que disminuya las desigualdades sociales y tenga en cuenta no solo la dimensión social, sino la económica y la ecológica. El mejor camino para alcanzar este desarrollo sostenible es la educación ambiental, en la que se muestren las consecuencias de las acciones humanas, de tal forma que se dote a la sociedad de una actitud crítica y capacidad de decisión para formar parte e implicarse en el camino hacia el desarrollo sostenible.

La educación ambiental se puede abordar desde distintos ámbitos, pero es fundamental para que alcance la escuela que se comience en la universidad, en los grados de educación. En este trabajo se muestra una propuesta para trabajar las problemáticas ambientales cercanas y sus soluciones, fomentando el aprendizaje colaborativo.

Los resultados son muy positivos. En el proyecto desarrollado en la asignatura se ha tratado de concienciar al alumnado del Grado en Educación Primaria, futuros docentes, sobre la problemática medioambiental existente a nivel mundial y local, y sobre la necesidad de apostar por la sostenibilidad. Igualmente ha servido para que el alumnado aprenda cuáles son las

medidas que hay que tomar en este sentido, bien mediante la búsqueda de información específica por ellos mismos, o por sus compañeros, contando además con el apoyo del docente de la asignatura, enfrentándose ellos mismos a la toma de decisiones a nivel individual que esto incurriría. Han tenido la oportunidad de desarrollar un trabajo autónomo por equipos de un tema tan cercano como es el del funcionamiento de una ciudad, su lugar habitual de residencia, para tener una visión más global sobre sus infraestructuras, requerimientos, así como los factores que las hacen insostenibles y al mismo tiempo hostiles para nuestra especie. Una metodología de trabajo a lo largo de varias semanas centradas en un mismo núcleo común de contenidos, que da como resultado un material muy visual, la maqueta; trabajo que podría ser aplicado en las escuelas de primaria por ellos mismos en un futuro.

Además, ha quedado refrendado que el proyecto de ciudad sostenible es un buen recurso para trabajar estas temáticas, ya que el alumnado ha estado muy implicado y motivado, lo que ha repercutido en las buenas calificaciones. Por otra parte, les ha resultado una actividad interesante, que ha contribuido a aumentar el interés del alumnado por las problemáticas medioambientales, afirmando la necesidad de utilizar este tipo de recursos didácticos en la docencia y la posibilidad de utilizarlos en su futura profesión de maestros de educación primaria. Esto abre nuevas líneas de investigación, desde analizar las ideas previas del alumnado sobre el funcionamiento de las ciudades, sus debilidades o sus conocimientos sobre ciudades sostenibles, hasta un diseño pre-test – post-test para evaluar el grado actitudinal logrado.

El camino hacia el desarrollo sostenible pasa ineludiblemente por detectar, analizar y dar solución a las problemáticas medioambientales actuales en las que estamos involucrados, en donde los educadores tienen un papel fundamental en despertar la actitud crítica y la participación, para afrontar de forma urgente una emergencia planetaria por toda la ciudadanía.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración del alumnado de 4º curso del Grado de Educación Primaria de la Universidad de Córdoba, al profesorado que imparte la asignatura Didáctica del Medio Ambiente en Educación Primaria, así como a los revisores de este artículo cuyos comentarios han contribuido a su mejora.

Referencias

- Arcadis. (2016) *Sustainable Cities Index 2016. Putting people at the heart of city sustainability*. Netherlands: Arcadis.
- Adúriz Bravo A., Gómez A., Márquez C., Sanmartí N. (2005) La mediación analógica en la ciencia escolar. Propuesta de la “función modelo teórico”. *Enseñanza de las ciencias*, número extra, 1-5.
- Aznar Minguet P. (2003) Participación de las agencias educativas en el desarrollo sostenible a nivel local: hacia una Agenda 21 escolar. *Revista Española de Pedagogía* 225, 223-241.
- 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., Castaño C. (2012) ¿Puede la enseñanza de la Ciencia ayudar a construir una sociedad sostenible? *Profesorado* 16 (2), 46-58.

- Blumenfeld P. C., Soloway W., Marx R. W., Krajcik J. S., Guzdial M., Palincsar A. (1991) Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. *Educational Psychologist* 26, (3-4), 369-398.
- Brunet P. J., Almeida F., Coll M. (2005) Agenda 21: Subsidiariedad y cooperación a favor del desarrollo territorial sostenible. *Boletín de la A.G.E.* 39, 423-446.
- Cano Villanueva J. M. (2005) La ecoauditoría en un centro educativo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 2, 1, 56-63.
- Cubalo M. (2015) Enseñar con tecnologías. La maqueta como herramienta con valor didáctico–disciplinar y los modos de aproximación al conocimiento en la enseñanza del proyecto arquitectónico. *Itinerarios Educativos* 8, 77-97.
- de Keijzer C., Agis D., Ambrós A., Arévalo G., Baldasano J. M., Bande S., ... & Ghigo, S. (2017) The association of air pollution and greenness with mortality and life expectancy in Spain: A small-area study. *Environment International* 99, 170-176.
- Díez Ros R. (2002) La Educación Ambiental: La escasa percepción social del problema de los residuos urbanos en el municipio de Alicante. *Papeles de Geografía* 35, 75-100.
- Franco-Mariscal A.J. (2014) Un estudio exploratorio de una experiencia medioambiental: la escalera del instituto, un espacio para la educación ambiental. *Tecné, episteme y didaxis: revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología* 35, 13-37.
- Franquesa T., Weissman H. (2005) El programa Agenda 21 Escolar. Las escuelas de Barcelona comprometidas con el futuro. *Aula de innovación educativa* 140, 39-42.
- Gómez A. (2005) *La construcción de un modelo de ser vivo en la escuela primaria: Una visión escalar*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Gómez A., Pujol R., Sanmartí N. (2006) Pensar, actuar y hablar sobre los seres vivos alrededor de una maqueta. *Alambique* 47, 48-55.
- González González M^a. J. (2002) La ciudad sostenible. Planificación y teoría de sistemas. *Boletín de la A.G.E.* 33, 93-102.
- Hinojosa Pareja E., Arenas Ortiz M., López López M^a. C. (2014) La Carta de la Tierra en educación obligatoria desde una perspectiva internacional. *Convergencia: Revista de ciencias sociales* Vol. 21, 66, 65-92.
- Jiménez Fontana R., García González E., Azcárate P., Navarrete A. (2015) Dimensión ética de la sostenibilidad curricular en el sistema de evaluación de las aulas universitarias. El caso de la enseñanza aprendizaje de las Ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias* 12 (3), 536-549.
- Johnson D. W., Johnson R. T., Holubec E. J. (1999) *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Buenos Aires: Paidós.
- Lesgold A. (2004) Contextual requirements for constructivist learning. *International Journal of Education Research* 41, 495-502.
- Maniates M. (2013) Educar en tiempos turbulentos. En: *La situación del mundo. ¿Es aún posible lograr la Sostenibilidad?* Ed. Icaria: Barcelona.
- Manzanares Gavilán M., Fuentes Martínez A., Manzanares Gavilán C. (2006) Diseño y Desarrollo de una unidad didáctica sobre desarrollo sostenible en maestros de educación primaria. *Res Novae Cordubenses: estudios de calidad e innovación de la Universidad de Córdoba* 4, 227-257.

- Martínez M. (2008) *Aprendizaje servicio y responsabilidad social de las universidades*. Octaedro-ICE.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2012) *Libro verde de sostenibilidad urbana y local en la era de la información*. Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente – Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible. (2006) *Estrategia de Medio Ambiente Urbano*. Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. (2010) *Sistema Municipal de Indicadores de Sostenibilidad*. Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, Ministerio de Fomento. (2011) *Estrategia Española de Sostenibilidad Urbana y Local (EESUL)*. Madrid.
- Novo M. (2005) Educación ambiental y educación no formal: dos realidades que se realimentan. *Revista de Educación* 338, 145-165.
- Novo M. (2006) *El desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa*. Madrid: UNESCO Pearson. Capítulo 3.
- Novo M., Murga M. A. (2010) Educación ambiental y ciudadanía planetaria. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 7, N° Extraordinario, 179-186.
- Orr D. W. (1995) Educating for the Environment. Higher education's Challenge of the Next Century. *Change* May/June, 43-46.
- Orr D. W. (2004) *Earth in mind: on education, environment, and the human prospect*. Washington, USA: Island Press.
- Páramo P. (2016) Reglas proambientales: una alternativa para disminuir la brecha entre el decir-hacer en la educación ambiental. *Suma Psicológica* 24 (1), 42-58.
- Perales-Palacios F. J., Burgos-Peredo Ó., Gutiérrez-Pérez J. (2014) El programa Ecoescuelas: una evaluación crítica de fortalezas y debilidades. *Perfiles educativos* 36 (145), 98-119.
- Register R. (1987) *Ecocity Berkeley: Building Cities for a Healthy Future*. California: North Atlantic Books.
- Rodríguez-Gallego M. R., Ordóñez-Sierra M. (2015) Una experiencia de aprendizaje-servicio en comunidades de aprendizaje. *Profesorado: Revista de curriculum y formación del profesorado* 19, 1, 314-333.
- Rodrigo M., Cubero R. (2000) Constructivismo y enseñanza de las ciencias. En P. Perales y P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 85-108). Alicante: Marfil.
- Ruíz Ruíz J. (2006) Mentalidades medioambientales: los discursos sobre el medio ambiente de los andaluces residentes en zonas urbanas. *Papers* 81, 63-88.
- Safir G. S. (2016) Maquetas y dioramas en la comunicación expositiva. Publicaciones Digitales ENCRyM.
- Sardá A. (2008) El uso de maquetas en el proceso de enseñanza-aprendizaje del sistema nervioso. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales* 58, 67-76.
- Torres-Porras J., Alcántara J., Arrebola J. C., Rubio S. J., Mora M. (2017) Trabajando el acercamiento a la naturaleza de los niños y niñas en el Grado de Educación Infantil. Crucial en la sociedad actual. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias* 14 (1), 258-270.
- UNFPA. (2011) *Estado de la población mundial 2011*. División de Información y Relaciones Externas del Fondo de Población de las Naciones Unidas. Nueva York.

- Valladolid A. (2014) Dependencia energética y decadencia social. *Tiempo* 1645, 40-41.
- Vázquez Espí M. (1998) Ciudades sostenibles. *Cuadernos de investigación urbanística* 41, 49-71.
- Vilches A., Gil Pérez D., Toscano J. C., Macías O. (2008) Obstáculos que pueden estar impidiendo la implicación de la ciudadanía, y en particular de los educadores, en la construcción de un futuro sostenible. Formas de superarlos. *Revista CTS* 11 (4), 139-162.
- Waters C. N., Zalasiewicz J., Summerhayes C., Barnosky A. D., Poirier C., Galuszka A., & Jeandel C. (2016) The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. *Science* 351 (6269), aad2622.
- Willard K., Duffrin M. W. (2003) Utilizing Project-Based Learning and Competition to Develop Student Skills and Interest in Producing Quality Food Items. *Journal of Food Science Education* 2, (4) 69-73.
- WWF. (2016) *Informe Planeta Vivo 2016. Riesgo y resiliencia en el Antropoceno*. WWF International, Gland, Suiza.