



Tecnologías digitales y educación para el desarrollo sostenible. Un análisis de la producción científica

Digital technologies and education for sustainable development. An analysis of scientific production

Dra. Meriam Boulahrouz Lahmidi¹ meriam.boulahrouz@gmail.com

Dra. Rosa M. Medir Huerta¹ rosa.medir@udg.edu

Dra. Salvador Calabuig i Serra¹ salvador.calabuig@udg.edu



¹ Universitat de Girona. Institut de Recerca Educativa; Universitat de Girona. Departament de Didàctiques Específiques

RESUMEN

En los últimos años, las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han tenido repercusión en los diferentes ámbitos educativos, entre ellos en la Educación para el Desarrollo Sostenible(EDS). Este estudio consiste en una revisión de las evidencias científicas sobre el uso que se hace de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en Educación para el Desarrollo Sostenible(EDS). Como instrumentos de recogida de información, se ha tomado el repositorio bibliográfico ISI Web of Knowledge y la base de datos SCOPUS. El procedimiento del estudio es descriptivo y cuenta las referencias de artículos, libros y capítulos de libros en un periodo analizado. Los resultados cuantitativos muestran las principales áreas temáticas involucradas en el periodo analizado. La revisión cualitativa describe la producción científica sobre nuevas tecnologías digitales y EDS. El análisis de la producción científica muestra la eficacia del uso de las tecnologías digitales en Educación para el Desarrollo Sostenible, e incide en el potencial motivacional y creativo de las tecnologías digitales para tratar la EDS. Las tecnologías digitales también ofrecen la posibilidad de crear nuevos entornos de aprendizaje conectando la educación formal en el aula con la educación informal ■

ABSTRACT

In recent years, Information and Communication Technologies(ICT) have been integrated in different educational fields, including Education for Sustainable Development (ESD). This study aims to review the scientific evidence on the use of Information and Communication Technologies (ICT) in Education for Sustainable Development (ESD). As instruments for collecting information, it has been taken the bibliographic repository ISI Web of Knowledge and the database SCOPUS. The study procedure is descriptive and counts the references of articles, books and book chapters. The results of a quantitative nature show the main thematic areas involved. The qualitative review describes the scientific production of new digital technologies and EDS in the period analyzed. The analysis of scientific production shows the effectiveness of the use of digital technologies in Education for Sustainable Development, and focuses on the creative and motivational potential of digital technologies in ESD. Digital technologies also offer the possibility of creating new learning environments by connecting formal education in the classroom with informal education ■

PALABRAS CLAVE

TIC, EDS, educación formal, educación no formal, revisión

KEYWORDS

ICT, EDS, formal education, non-formal education, review

1.- Introducción

En la actualidad vivimos en un contexto caracterizado por crisis diversas; el modelo económico por ejemplo, comporta desigualdades e injusticias, y a su vez degrada el medio ambiente y pone en peligro la supervivencia de las próximas generaciones(UNESCO, 2015). La globalización plantea nuevos desafíos que es necesario abordar para afrontar las cuestiones globales desde la justicia y el respeto por el medio ambiente. Para hacer frente a los grandes desafíos del desarrollo y abordar los problemas que nos afectan de forma holística se requiere de una base educativa integral (Svanström, Lozano-García, y Rowe, 2008). En este contexto poco estable, la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) es un medio esencial para encaminar nuestras sociedades hacia un futuro más sostenible. El propósito de la EDS consiste en educar a los ciudadanos del futuro para reconocer los problemas que enfrenta el mundo y actuar de forma responsable con el objetivo de generar la transformación social (UNESCO 2012a).

La implementación de la Década de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible(DEDSD) ha comportado el desarrollo de diferentes investigaciones sobre los procesos de enseñanza- y aprendizaje la EDS (Tilbury, 2011). Sin embargo, nos encontramos pocos ejemplos cómo llevar a la práctica las propuestas teóricas de la EDS (Granados, 2010a; Tilbury, D., & Wortman, D., 2005). De esta manera, en nuestra época actual, es necesario definir modelos metodológicos de enseñanza y aprendizaje basados en los principios de la EDS y mostrarlos como actividades didácticas específicas.

Los jóvenes en la actualidad tienen un papel muy relevante en el avance de la EDS, están confrontados a los conocimientos que les llegan a través de nuevos entornos de aprendizaje (UNESCO 2012b). El problema surge cuando llegan a la escuela y sus experiencias exteriores se confrontan a las de la escuela (Rauch, 2002). En un contexto poco estable como el actual, se requiere de una educación integral a la sociedad: la educación no formal está más abierta a los cambios de la sociedad, se adapta a todas las edades y es más flexible y adaptable que la educación formal (Romi y Schmida, 2009). De esta manera, es necesario establecer nexos de unión entre la educación formal y la educación no formal.

La continua expansión de las tecnologías junto con el aumento de la familiaridad de los jóvenes con las herramientas, aplicaciones de redes sociales, y la aceptación de métodos pedagógicos innovadores en el sistema educativo ofrece nuevas posibilidades para la EDS. Las tecnologías digitales facilitan nuevas

formas de aprendizaje y comprensión que se requieren para poner en práctica soluciones complejas necesarias para un desarrollo sostenible.

Con la puesta en marcha de los Objetivos del Desarrollo Sostenible(ODS) en 2015, se reconoce el papel de las TIC para el desarrollo y se señala que “la generalización de las tecnologías de la información y la comunicación, así como la interconexión mundial, ofrecen un gran potencial para acelerar el progreso humano, reducir la brecha digital y desarrollar sociedades del conocimiento” (Guijarro, 2016). Es por ello que en los últimos años han surgido varios estudios sobre la importancia de las tecnologías digitales para el avance de los ODS (Chin, & Jacobsson, 2016; Seegolam, Sukhoo, & Bhoyroo, 2015; Tjoa, y Tjoa, 2016).

La difusión de las tecnologías digitales hace necesario la reflexión sobre las posibilidades de conectar el aprendizaje formal con el aprendizaje informal. Diferentes estudios (Moodly, & Adu, 2014; Purg, & Zakrajšek, 2009; Sharma, R., et al. 2016) subrayan la importancia del impacto social de las TIC en la educación y en la sociedad, especialmente en el ámbito de la participación, la política, la educación y el aprendizaje permanente.

En esta investigación la pretensión no consiste en hacer de las tecnologías digitales la solución para la EDS, sino en explorar las posibilidades que ofrecen estas herramientas para la EDS. Ello se ha desarrollado a partir las publicaciones sobre las estrategias dispuestas en las principales bases de datos científicos internacionales.

2.- Metodología

En una sociedad caracterizada por el auge de la tecnología, la EDS precisa de un análisis sobre las opciones que ofrecen las herramientas digitales para acelerar el desarrollo sostenible. En los últimos años, cada vez encontramos más referencias sobre el uso de las TIC en la EDS (Moodly, & Adu, 2014; Purg, & Zakrajšek, 2009). Desde este trabajo, se pretende describir la producción científica; para ello se ha realizado un recuento cuantitativo y cualitativo de los registros de textos que relatan las experiencias científicas de los últimos años sobre el uso de las TIC en EDS, mostrando sus posibilidades educativas. Los campos de estudio que se han elegido son la base de datos SCOPUS, uno de los repositorios más importantes en la documentación científica, y el repositorio documental ISI Web of Science como referentes de clasificación y muestra de artículos, comunicaciones, libros y capítulos de libro publicados.

SCOPUS es una base de datos que recoge revistas científicas, libros y actas de congresos; cuantifica el impacto de sus referencias a través del SCOPUSJournal (SJM) y del SCImago Journal Rank (SJR). SCOPUS recoge diferentes colecciones (Ciencias de la Vida, Ciencias de la Salud, Ciencias Físicas, Ciencias Sociales y Humanidades) y es una entidad dependiente de la empresa Elsevier. Por otra parte, ISI Web of Knowledge (WoK) un servicio de información científica que facilita el acceso a un conjunto de bases de datos bibliográficas que abarcan diferentes campos del conocimiento académico (científico, social, humanístico y artístico). Web of Knowledge está suministrado por Institute for Scientific Information (ISI).

La revisión de la literatura científica ha comportado realizar una búsqueda de los documentos más citados en los últimos 10 años, en función de una serie de palabras clave. La razón para elegir este período de tiempo ha sido la abundante investigación que se ha desarrollado en los dos últimos años. De esta manera se analizan los resultados de las publicaciones indexadas bajo los criterios SCOPUS y ISI Web of Science desde el año 2006 hasta el año 2017.

Con el objetivo de conocer hacia dónde se encamina la EDS desde la perspectiva del uso de las TIC se han usado unos términos y palabras clave para la búsqueda de documentos científicos. Tal como podemos observar en la Tabla 1, para facilitar la búsqueda todos los términos usados son en lengua inglesa.

Tabla 1: Palabras clave usadas para la búsqueda en SCOPUS y Web of Science. Fuente: Elaboración propia

ICT and Sustainable Development Education
ICT and Education for Sustainable Development
ICT and Education for Sustainability
ICT and Participation in Sustainable Development
ICT and Sustainable Development Goals
Mobile Learning and Sustainable Development Education
Mobile Learning and Education for Sustainability
Digital Technologies and Education for Sustainability
New technologies and Education for Sustainable Development

Dentro de la aplicación Web de SCOPUS, se han elegido los documentos científicos en que los términos o palabras clave pueden aparecer en el título del artículo, el abstract o bien en las palabras clave. Por otra parte, en la aplicación Web of Knowledge se han elegido los documentos científicos en que los términos o palabras clave están relacionados en el trabajo y por lo tanto son parte del tema.

De los artículos encontrados se han seleccionado los diez más citados y luego se han descartado aquellos que no hacían referencia al tema tratado. A continuación se ha procedido al análisis de los artículos seleccionados. Como instrumento de recogida de información se ha utilizado una ficha de análisis de contenidos de los documentos relacionados con el estudio con el propósito de recoger informaciones sobre diferentes variables:

- Uso de las TIC en la EDS
- Nuevas pedagogías de aprendizaje en EDS
- Tecnologías digitales en EDS
- Sistemas de comunicación global y EDS

La revisión científica se ha complementado con las últimas publicaciones en ámbitos específicos de las tecnologías digitales y la geografía como es el caso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG)

- SIG y geografía
- SIG y EDS
- Mapas digitales para la EDS
- Mapas digitales y geografía

A partir los resultados obtenidos se ha realizado un análisis descriptivo de la situación científica actual, tomando como referencia las investigaciones más citadas.

3.- Resultados

Este apartado está destinado al análisis de los estudios referentes a la utilización de las TIC como estrategia didáctica para la EDS. Consta de dos apartados en el primero se analizan los datos generales de carácter cuantitativo; y en el segundo apartado se examinan los estudios hallados.

Las publicaciones se refieren al uso que se hace de la tecnología en la EDS, experiencias didácticas, las herramientas TIC más usadas para la EDS y la visión de los autores sobre el futuro de la aplicabilidad de las nuevas tecnologías digitales a la EDS.

3.1.- Resultados cuantitativos

El uso de la tecnología para la enseñanza y aprendizaje es uno de los principales retos a los que se enfrentan los sistemas educativos en la actualidad. Son muchas las investigaciones desarrolladas sobre las tecnologías digitales aplicadas a la educación. Sin embargo, y a pesar de la gran cantidad de referencias sobre las TIC en educación, el número disminuye al referirnos a específicamente al uso de las tecnologías digitales en EDS. La falta de información como resultado de la novedad, ha llevado al estudio documental para abordar propuestas de buenas prácticas apoyadas con estas tecnologías.

Las características de la producción analizada hacen referencia al total de títulos en el repositorio bibliográfico Web of Knowledge y en la base de datos SCOPUS. Los términos analizados muestran el número de registros sobre el uso de las TIC en la EDS, según los diferentes términos de búsqueda y palabras clave. En Tabla 1 se muestran las cantidades de trabajos científicos hallados en SCOPUS y Web of Knowledge donde los términos aparecen como cómo palabra clave, en el resumen o en el título o como parte del tema según las denominaciones en inglés.

Tabla 2. Tipología documentos en el periodo analizado. Fuente: Elaboración propia

TÉRMINOS	SCOPUS	Web of Knowledge
ICT and Education for Sustainable Development	259	107
ICT and Education for Sustainability	185	97
ICT and participation in Sustainable Development	88	44
ICT and Sustainable Development Goals	34	27
Mobile Learning and Sustainable development education	107	25
Mobile Learning and Education for Sustainability	98	37
Digital technologies and education for sustainability	115	63
New technologies and education for sustainable development	875	373

Las bases de datos consultadas nos muestran la literatura científica a nivel internacional sobre el potencial de las TIC en EDS. En las tablas 2 y 3 se detallan las cantidades de documentos con los términos analizados distribuidos por el tipo de documento hallado en SCOPUS y Web of Knowledge. Las referencias en la base de datos SCOPUS son más numerosas que las obtenidas del repositorio Web of Knowledge; en este caso, pero la búsqueda se ha realizado por el tema, adaptándonos a los términos de búsqueda para cada uno de los campos de estudio.

En este caso los registros pueden estar asociados a varias áreas. La mayoría de trabajos hallados representan comunicaciones y artículos publicados en revistas. En cambio, son pocos los libros publicados, dado el carácter novedoso de la temática. Los estudios son en lengua inglesa con escasas referencias otros idiomas. En español las referencias son muy escasas.

Tabla 3. Documentos hallados en SCOPUS. Fuente: Elaboración propia

Palabra clave(SCOPUS)	Artículo	Comunicación	Capitulo de libro	Libro	Resumen comunicación	Otros
ICT and Education for Sustainable Development	76	133	24	0	11	7
ICT and Education for Sustainability	63	64	25	0	20	7
ICT and participation in Sustainable Development	32	39	5	0	9	0
ICT and Sustainable Development Goals	12	18	2	0	0	2
Mobile Learning and Sustainable development education	18	67	3	0	14	3
Mobile Learning and Education for Sustainability	30	33	4	2	25	0
Digital technologies and education for sustainability	39	38	8	0	23	4
New technologies and education for sustainable development	291	458	36	0	22	42

Los resultados nos muestran que con el auge de las nuevas tecnologías digitales se ha producido un aumento de las publicaciones sobre el uso de las nuevas tecnologías digitales para la EDS.

Tabla 4. Documentos hallados en Web of Knowledge. Fuente: Elaboración propia

Palabra clave(Web of Knowledge)	Artículo	Comunicación	Capitulo de libro	Libro	Resumen comunicación	Otros
ICT and Education for Sustainable Development	30	76	0	0	0	1
ICT and Education for Sustainability	32	65	0	0	1	0
ICT and participation in Sustainable Development	14	30	0	0	0	0
ICT and Sustainable Development Goals	9	10	0	0	0	1
Mobile Learning and Sustainable development education	14	22	0	0	1	0
Mobile Learning and Education for Sustainability	15	20	0	0	2	0
Digital technologies and education for sustainability	16	45	0	0	0	1
New technologies and education for sustainable development	112	245	1	0	14	5

3.2.- Resultados cualitativos

3.2.1.- Justificación teórica de la pertinencia del uso de las TIC en EDS

El vínculo entre las TIC y la EDS ha sido abordado por extensos debates e investigaciones (Makrakis, 2008, 2011a; Paas, 2008; Tella, & Adu, 2009). Algunos estudios confirman que las TIC pueden ofrecer nuevas oportunidades para promover cambios en EDS (Tella, & Adu, 2009; UNESCO, 2003). Sin embargo, la simple aplicación a las prácticas tradicionales al sistema educativo formal no asegura conseguir la educación para la sostenibilidad (Tilbury et al., 2002). El uso de las TIC normalmente está asociado a actividades que no integran el aprendizaje profundo y reflexivo necesario para la EDS. A pesar los avances tecnológicos y la incorporación de las TIC en los centros educativos, el uso que hacen los docentes es de usuarios ocasionales. Las TIC se usan para actividades con un bajo nivel cognitivo como la búsqueda de información o la preparación de pruebas y actividades teóricas (Paas, 2008).

Las nuevas tecnologías digitales tienen un papel importante en el avance de EDS. Por una parte facilitan el acceso a una amplia diversidad de materiales educativos sobre la sostenibilidad (a través la enseñanza a distancia, las redes educativas y bases de datos); y por otra parte, ayudan a fomentar nuevas formas de aprendizaje interactivo que abordan temas de desarrollo sostenible y permiten el acceso a la información, y la transmisión e intercambio de conocimiento utilizando múltiples medios de comunicación (Blewitt 2006; Makrakis, 2008, 2011b; Tella & Adu, 2009).

Las tecnologías por sí mismas no permiten cambiar la dinámica de los sistemas educativos; los cambios en la educación van a depender del uso que se hace de las tecnologías digitales. Es por ello, que la metodología didáctica resulta esencial para la incorporación de las TIC en el aula (Paas, 2008). Las tecnologías digitales se tendrían que usar para favorecer la capacidad crítica-reflexiva a partir de actividades que requieran un alto nivel cognitivo como es el aprendizaje auténtico, el pensamiento creativo o la resolución de problemas (Makrakis, 2011b).

El papel de las TIC en los procesos de aprendizaje relacionados con la EDS son importantes para los jóvenes. La EDS es todavía un concepto transdisciplinario emergente, que se está construyendo en plena era digital. Los jóvenes estudiantes, junto con los docentes son creadores de conocimiento, cada día aprenden, reflexionando y aplicando sus ideas a una amplia gama de situaciones y contextos. Los medios de comunicación digitales les dan la oportunidad de compartir y conferir sobre sus experiencias en cualquier lugar y desde cualquier momento. (Zaremohzzabieh, Z., et al. 2014)

Las TIC resultan eficientes para implicar a los jóvenes en la participación social y ciudadana (Khan, y Kiani, 2012; Tella, y Adu, 2009). Según Sharma, et al. (2016) las TIC resultan eficientes para implicar a la ciudadanía en la mejora de sus comunidades y para encontrar soluciones a la pobreza, y el desarrollo sostenible (económico, agricultura sostenible etc.).

Los estudios sobre las propuestas y experiencias didácticas en TIC tratan sobre diferentes temas de desarrollo sostenible (urbanismo, economía, biodiversidad, agua, etc. Entre las más comunes podemos destacar el uso de las tecnologías digitales para hacer frente al cambio climático (Makrakis, Gkatzos, & Larios, 2012).

También son muchos los estudios sobre el uso de las TIC para la planificación urbana y el urbanismo sostenible (Caragliu, Del Bo, & Nijkamp, 2011; Moore, Rydin, & Garcia, 2015).

En los últimos años, varias investigaciones muestran el potencial de las nuevas tecnologías digitales en educación para lograr el desarrollo sostenible en comunidades desfavorecidas. Esto se ha producido especialmente con el surgimiento de los dispositivos móviles de bajo coste que permiten llegar a la sociedad (Grönlund, & Islam, 2010; Mehta, & Kalra, 2006; Seegolam, Sukhoo, & Bhoaroo, 2015; Tedre, Chachage, & Faída, 2009; Kadir, et al.2014).

3.2.2.- Relación de las TIC con nuevas pedagogías de aprendizaje

Según los principios constructivistas el aprendizaje se puede adquirir a partir de la construcción activa del conocimiento apoyado por las interacciones sociales que juegan un papel crítico en los procesos de aprendizaje. Las TIC permiten a las personas emprender la educación en cualquier lugar y en cualquier momento. El aprendizaje formal en el aula se puede conectar con el aprendizaje informal en la comunidad local, con la familia, los compañeros-grupos, clubes y organizaciones (públicas). Esto implica la comprensión de nuestras relaciones con otros seres humanos y con el mundo (O'Sullivan, 2003).

Las TIC permiten transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje y convertir a los jóvenes capaces de asumir una mayor responsabilidad por su propio aprendizaje y la construcción de su propio conocimiento (Makrakis, 2008, 2010c). Las competencias TIC son necesarias para la transformación social de la EDS, y para ello se requieren pensar nuevas estrategias educativas (Paas, 2008). Distintas herramientas de comunicación online y entornos de aprendizaje a través de las tecnologías web 2.0 ofrecen el potencial para nuevas formas de aprendizaje experimental, constructivista y transformativo. Las TIC proporcionan oportunidades para que los alumnos construyan entornos de aprendizaje significativo que se pueden aplicar a la EDS como: realizar actividades desafiantes; estimular el diálogo y la participación a través de nuevos modos de interacción social; el aprendizaje por exploración y descubrimiento; el trabajo cooperativo y para tratar los problemas de la vida real (Makrakis, 2011b).

Según Makrakis (2008, 2010c) las nuevas tecnologías proporcionan un instrumento para asegurar la transparencia y la responsabilidad para apoyar los procesos democráticos y participativos que sostienen la EDS.

A continuación podemos observar las principales metodologías pedagógicas de las TIC a favor de la EDS (Makrakis, & Kostoulas-Makrakis, 2012; Paas, 2008; Rogers-estable, 2011):

- Aprendizaje basado en problemas en la vida real.
- Aprendizaje basado en juegos y gamificación
- Conectar experiencias y la exploración de mundos reales y virtuales
- Aprendizaje cooperativo, (construcción de la red social en comunidades de aprendizaje)
- Aprendizaje en comunidades (Wikis y Blogs)
- Aprendizaje contextual, apoyado por la inclusión digital y fomentando la comprensión intercultural, la participación social y la responsabilidad social.

3.2.3- Principales usos de las tecnologías digitales en la EDS

La red es considerada una plataforma de aprendizaje social por excelencia, la diversidad de herramientas web 2.0 facilitan el trabajo colaborativo en línea (Franklin & van Harmelen, 2007). La colaboración en línea proporciona espacios de trabajo virtuales para debatir, discutir o reflexionar sobre temas de aprendizaje entre los estudiantes y docentes (Lim, 2007). Desde los centros educativos se pueden usar los medios sociales para discutir y promover alternativas para un futuro sostenible.

Las TIC crean el potencial para nuevos modos de comunicación dialógica. Según Wade (2012), el desarrollo de los medios de comunicación sociales y las redes ha dado lugar a una confusión entre las esferas pública y privada, y ha proporcionado oportunidades para la comunicación. La comunicación en la red está cambiando la democracia, con movimientos sociales que surgen de la interacción colectiva para reivindicarse contra las relaciones de poder.

El uso de las nuevas tecnologías, ofrecen nuevas e interesantes posibilidades para promover los cambios en las metodologías de enseñanza en la EDS. De esta manera, la EDS y las competencias en TIC requieren repensar nuevas estrategias educativas. Las TIC permiten presentar el contenido usando multimedia (imágenes, texto y sonido) y ofrecen nuevos medios de interactividad y simulación, para mejorar el aprendizaje.

Existen varias herramientas de la EDS que los educadores podrían utilizar para difundir información sobre el desarrollo sostenible (Rogers-estable, 2011). En la actualidad existen diversas plataformas para comunicarse e intercambiar información. Con el surgimiento de las redes sociales los jóvenes están propensos a buscar la retroalimentación de sus compañeros. Cada vez se dan a conocer nuevos métodos pedagógicos con la finalidad de permitir a los estudiantes aprender el uno del otro (Green & Hannon 2007). La evolución rápida de blogs, wikis y otras redes sociales ofrecen experiencias motivadoras donde el aprendizaje se adquiere en comunidad (Rogers-estable, 2011).

Según Schrum y Solomon (2007) los blogs, podcasts, wikis y foros pueden ser utilizados en las aulas, con el objetivo de ofrecer actividades desafiantes para atraer e involucrar a los estudiantes en la EDS. Rogers-estable (2011) describe el uso innovador de blogs para compartir ideas, comentarlas, e incluir fotos y textos para ilustrar o profundizar las ideas presentadas. Actualmente por ejemplo, es muy común usar el microblogging para difundir rápidamente información sobre los temas muy diversos como es la preservación ambiental, cultural y la educación para la sostenibilidad.

El podcasting y el vídeo son herramientas educativas multimedia que se pueden utilizar de manera formal o informal en EDS. Estas herramientas permiten el activismo en línea (Hill, 2010) y la democracia participativa (Chadwick, 2009; Williamson, 2011). Las nuevas redes sociales (Twitter, Facebook, Ning, y MySpace) también están adquiriendo un papel esencial para la EDS. Permiten a los miembros crear y administrar grupos sobre cualquier tema de desarrollo sostenible y permiten el acceso inmediato a la información en todo el mundo (Paas, 2008).

Otras herramientas de cooperación son las herramientas para trabajar “en la nube”. Estas herramientas permiten realizar trabajos y compartir información diversa. Un ejemplo de herramienta “en la nube” que tiene implicaciones en EDS son los Wikis, una fuente de conocimiento impulsado por la comunidad en línea. Los Wikis han dado lugar a una nueva generación de sitios web como centros de colaboración integrados de información. Uno de los principales beneficios de los Wikis es que permiten llevar a cabo aportes y debates que pueden tener lugar al mismo tiempo a nivel mundial.

Con el auge de las nuevas tecnologías digitales han surgido varios estudios sobre el uso de los dispositivos

móviles en el ámbito educativo. Esto ha comportado el desarrollo de nuevas pedagogías de aprendizaje como es el aprendizaje móvil. La literatura científica constata algunos estudios sobre el aprendizaje móvil para la implicación de los jóvenes en la EDS. Esto se da especialmente en los países en desarrollo, con la generalización de los dispositivos móviles de bajo coste que permiten el uso de las tecnologías para llegar a los diferentes sectores de la sociedad.

Los cambios presenciados en los últimos años ha llevado a los educadores a desarrollar nuevas aplicaciones y recursos en línea para apoyar los objetivos de aprendizaje en todas las disciplinas entre ellas el medio ambiente y la Educación para el Desarrollo Sostenible (Paas, 2008).

Cada día aparecen nuevas aplicaciones didácticas que abarcan una gran diversidad de temas referentes a la sostenibilidad. En los últimos años se han generalizado el uso de las aplicaciones móviles, la gamificación/ludificación. Una amplia gama de juegos interactivos permiten a los estudiantes aprender sobre todo lo que sucede a su alrededor; y especialmente podemos encontrar todos aquellos que hacen referencia a temas del desarrollo sostenible como es la preservación de la biodiversidad, el cambio climático etc.

Tabla 4. Medios de comunicación digitales para la EDS. Adaptación de Kędzierska, Magenheim, Kędzierska & Fischbach, (2013)

Herramientas web 2.0	
Gamificación	Juegos interactivos y comunicativos
Aprendizaje móvil	Aplicaciones educativas
Redes sociales	Facebook, Twitter, Ning, Mahara
Herramientas para trabajar “en la nube”	Wikis, Dropbox, Google drive,
Sistemas de comunicación global	Sistemas de Información Geográfica(SIG), Mapas interactivos etc.

Granados Sanchez, y Lamagrande, (2010b) proponen una taxonomía de los usos didácticos de los recursos digitales para mejorar la enseñanza de la geografía para el desarrollo sostenible. Los autores clasifican los usos de las TIC-TAC según su uso didáctico en ocho categorías.

Tabla 6. Taxonomía de los usos didácticos de los recursos digitales. Fuente: Granados & Lamagrande (2010)

Categorías de los usos didácticos	Tipologías
1. Informativo	Textos Videos y TV Imágenes digitales Música y sonidos
2. Institucional	Presentaciones Tutoriales interactivos e-learning y cursos virtuales Webquest
3. Evaluativo	Plataformas interactivas
4. Instrumental	Buscadores Editores de texto, sonido, imagen, video y webs SIG y web mapping Traductores y diccionarios Calculadoras y hojas de calculo
5. Experiencial	Mundos virtuales Simulaciones científicas Visitas y recorridos virtuales
6. Conversacional	Mensajería instantánea Blogs Listas de distribución Conferencias y videoconferencias Foros Chats
7. Colaborativos	Redes sociales Wikis Etwinning
8. Investigación	Uso de todas las categorías y tipologías

3.2.4.- Sistemas de comunicación global y EDS

Las nuevas tecnologías digitales permiten una mayor de interacción y participación en niveles locales, nacionales y globales. (Castells 2008; UNECE-UNESCO, 2007). En el ámbito de las ciencias sociales la enseñanza y aprendizaje de contenidos geográficos se ve influenciada por la emergencia nuevos sistemas de comunicación global como son los geomedia (mapas digitales, Sistemas de Información Geográfica, y globos digitales) que están transformando las relaciones entre espacios físicos y las circunstancias sociales (Feulner, & Kremer, 2014).

Varios autores consideran que la geografía es una de las disciplinas que más se han visto afectadas por los cambios en la Web, debido a la disponibilidad de datos, mapas y fotografías en Internet y a la amplia difusión de las tecnologías de la información geográfica. (Capel, 2009; De Miguel, 2012; Granados Sánchez, & Lamagrande, 2010). Los sistemas de comunicación global se convierten de esta manera en herramientas digitales para promover la EDS.

Los sistemas de Información Geográfica (SIG) son un conjunto de tecnologías que permiten a los usuarios visualizar, entender, cuestionar, interpretar y visualizar los datos espaciales en distintas formas que revela relaciones en distintas formas.

Esto ayuda a realzar el razonamiento espacial y apoyar la solución de problema en el aula. Además, la puesta en práctica apropiada de SIG puede promover el alfabetismo de distintos temas relativos a la EDS y el estudio interdisciplinario en el aula. (Mooney, & Corcoran, 2011). En general, los SIG ofrecen herramientas para la toma de decisiones, que ayuda a los estudiantes entender el contenido en una variedad de disciplinas como la geografía, matemáticas, estudios sociales, historia, artes de lengua, estudios medioambientales, química, biología, educación cívica. (Makrakis, Larios,& Kaliantzi, 2012)

Estas nuevas formas de organizarse y participar en los asuntos globales superando las fronteras, no hubiera sido posible sin la revolución de las nuevas tecnologías, que permiten compartir las representaciones espaciales, crear líneas de opinión a escala internacional y hacer posible la comunicación instantánea entre amplias zonas del mundo (Groessler, Kanwischer, & Niehaus, 2013).

4.- Discusión y conclusiones

El objetivo del presente estudio consiste en el análisis de la producción científica desarrollado en la última década sobre el potencial de las TIC en la EDS. La extensa revisión de la literatura nos muestra diversas experiencias y estudios sobre el uso de las tecnologías digitales en la EDS. Sin embargo, es en los últimos años cuando se detecta un incremento de la producción científica.

Los resultados cuantitativos muestran que la totalidad de documentos analizados están escritos en lengua inglesa, con escasas referencias en otras lenguas entre ellas la lengua española. La producción científica se centra en comunicaciones y artículos publicados en revistas científicas y solamente podemos destacar una reducida publicación de libros, monográficos, ponencias en eventos, congresos y jornadas específicas.

La literatura científica nos muestra diferentes investigaciones sobre la integración de las TIC para promover los cambios hacia el desarrollo sostenible. Se trata de estudios sobre el uso de la tecnología para la EDS, la visión de los autores sobre la el futuro de la aplicabilidad de las nuevas tecnologías digitales a la EDS y las experiencias de TIC y EDS.

Son múltiples las investigaciones que denotan el éxito académico del uso de las TIC para la EDS (Makrakis, 2008, 2011a; Paas, 2008). La revisión documental destaca ciertas singularidades que actualmente son objeto de investigación, sobresale el rendimiento positivo derivado del uso de las TIC en EDS, vinculado por su potencial creativo, motivacional y lúdico, no sólo en los más jóvenes, sino que llega a otros segmentos de población. Según Paas (2008) existe la necesidad de elaborar nuevas medidas para determinar si las pedagogías educativas, herramientas y entornos de aprendizaje realmente están ayudando a educar a los ciudadanos para vivir de forma sostenible.

El auge de la sociedad de la información requiere de habilidades que ayuden a los alumnos a evaluar la calidad de la información y las opiniones al que están cada vez más expuestos, sobre todo teniendo en cuenta el aprendizaje entre iguales, la interacción y las herramientas de las redes sociales para crear un pensamiento crítico. Pero también resulta necesario formar a los educadores para aprender a utilizar las herramientas de la web.

El número de trabajos publicados sobre el uso de las TIC en EDS revela un interés creciente por diferentes estrategias didácticas con opciones hacia el aprendizaje basado en el descubrimiento, el trabajo basado en juegos, la creación de aulas virtuales (Tella, & Adu, 2009).

Asimismo algunos estudios inciden en la importancia de las tecnologías digitales en la EDS como herramientas de transmisión e intercambio de información así como una manera de conectar el aprendizaje formal en los centros educativos con el aprendizaje no formal (De la Iglesia, et al. 2015). Por lo que se refiere a las tecnologías o herramientas más usadas para tratar la EDS podemos destacar en primer lugar las redes sociales, las plataformas de comunicación e intercambio como son los blogs etc., las herramientas en la nube, los medios de comunicación digitales etc.

El ámbito de la geografía está siendo influenciado por el uso de nuevas tecnologías digitales como son los sistemas de comunicación global como son los mapas digitales pero especialmente el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la EDS.

Con el surgimiento de la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible (DEDS), se ha incrementado el número de publicaciones sobre el uso de las tecnologías digitales en el ámbito educativo. Este incremento se observa especialmente en los países en desarrollo donde se otorga un papel esencial a las nuevas tecnologías digitales para promover un futuro sostenible. Parece que el surgimiento de las nuevas tecnologías digitales de bajo coste está incidiendo de manera muy positiva para promover la EDS especialmente por parte de los grupos más desfavorecidos de la sociedad.

El año 2016 diferentes países acordaron los ODS, para encaminar nuestro mundo a un futuro mejor poner fin a la pobreza, luchar contra la injusticia, y hacer frente al cambio climático. Algunas investigaciones recientes tratan sobre la integración de las tecnologías digitales para hacer frente a los ODS y encaminarnos hacia un mundo más justo e igualitario (Chin, & Jacobsson, 2016; Seegolam, Sukhoo, & Bhoyroo, 2015; Tjoa, & Tjoa, 2016).

En los últimos años se detecta un incremento de la producción científica sobre el uso de dispositivos móviles para la EDS (Altomonte, et.al. 2016; De la Iglesia, et al. 2015; Schaal, y Lude, 2015). El surgimiento de las nuevas tecnologías digitales como son los dispositivos móviles y las tabletas ha posibilitado el uso

de nuevas estrategias didácticas para tratar diferentes temáticas de sostenibilidad (Brunnberg, Arslan, & Casalegno, 2012; Kalz, Firssova, et al. 2014).

Las experiencias didácticas que se desarrollan usando tecnologías digitales abarcan diferentes temáticas (especialmente el cambio climático, la biodiversidad). Otros registros contemplan estudios sobre el uso de las TIC para la educación ciudadana y la planificación urbana. (Caragliu, Del Bo, & Nijkamp, 2011; Exner, 2016; Navabakhsh, & Motlaq, 2009; Moore, Rydin, & Garcia, 2015).

Como hemos podido constatar, son numerosas las producciones sobre el uso de las tecnologías digitales para el desarrollo sostenible. La diversidad de tecnologías usadas, así como los enfoques pedagógicos resultan de gran importancia para promover la EDS; de allí la necesidad de empoderar y movilizar a la juventud, apoyándolos como agentes de cambio. De esta manera, uno de los retos de la EDS consiste en integrar las tecnologías digitales para encaminarnos hacia un futuro más sostenible desde una perspectiva educativa innovadora. Para ello resulta necesario formular propuestas y actividades específicas que nos permitan acercarnos a los intereses de unos jóvenes que cada vez más están familiarizados con las nuevas tecnologías digitales.

Referencias bibliográficas

- Altomonte, S., Altomonte, S., Logan, B., Logan, B., Feisst, M., Feisst, M., & Wilson, R. (2016). Interactive and situated learning in education for sustainability. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 17(3), 417-443.
- Blewitt, J. (2006). *The ecology of learning: sustainability, lifelong learning and everyday life*. London: Earthscan.
- Brunnberg, L., Arslan, P., & Casalegno, F. (2012). Localearn- A tool for educational discovery in the local urban environment. *Mobile learning 2012*, 222.
- Chadwick, A. (2009). Web 2.0: New challenges for the study of e-democracy in the era of informational exuberance. *I/S: A Journal of Law and Policy for the Information Society*, 5(1), 9-41.
- Chin, A. & Jacobsson, T. (2016). TheGoals. org: mobile global education on the Sustainable Development Goals. *Journal of Cleaner Production*, 123(1), 227-229.

- Capel, H. (2009). La enseñanza digital, los campus virtuales y la Geografía. *Ar@cne, revista electrónica de recursos en internet sobre Geografía y Ciencias sociales*, 125, (Publicación en línea) [http://www.ub.es/geocrit/aracne/aracne-125.htm](http://www.ub.es/geocrit/ aracne/ aracne-125.htm) (Fecha de consulta: 5 de Julio del 2017)
- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of urban technology*, 18(2), 65-82.
- Castells, M. (2008). The new public sphere: Global civil society, communication networks, and global governance. *ANNALS, AAPSS [The Annals of the American Academy of Political and Social Science]*, 616, 78–93.
- De la Iglesia, D. G., Sollervall, H., Delgado, Y. R., & Mazarico, C. S. (2015). Combining Web and Mobile technologies to Support Sustainable Activity Design in Education.
- De Miguel, R. (2012). Map Viewers in Spain–Tools for Learning Geography in Schools. *GI_Forum 2012 –Symposium and Exhibit Linking Geovisualization, Society & Learning*. 318-325
- Exner, J. P. (2016). The ESPRESSO-Project–A European Approach for Smart City Standards. In *International Conference on Computational Science and Its Applications* (pp. 483-490). Springer International Publishing.
- Franklin, T. & Van Harmelen, M. (2007). *Web 2.0 for content, for learning and teaching in higher education*. London: Joint Information Systems Committee.
- Granados Sánchez, J. (2010a). *L'educació per la sostenibilitat a l'ensenyament de la geografia: Un estudi de cas*. Tesis doctoral.
- Granados Sanchez, J. & Lamagrande, A. (2010). Un instrumento de análisis para la investigación del uso de las tic-tac en la enseñanza de la geografía para el desarrollo sostenible, en: Ávila, R.M., et al. (Eds) (2010) *Metodología de investigación en didáctica de las ciencias sociales. Institución Fernando el católico y Asociación universitaria del profesorado de didáctica de las ciencias sociales*. Zaragoza, pp. 313-326
- Green, H. & Hannon, C. (2007) Their space: Education for a digital generation,” Demos. Tooley Street London SE1 2TU2007.136.

- Grönlund, Å. & Islam, Y. M. (2010). A mobile e-learning environment for developing countries: The Bangladesh virtual interactive classroom. *Information Technology for Development*, 16(4), 244-259.
- Groessler, M., Kanwischer, D., & Niehaus, E. (2013). Spatial Orientation , Geomedia and Learning : The design of a Comparative Empirical Study. *GI_Forum 2013 – Creating the GISociety*, 467–472.
- Guijarro, Jesús. (23-09-2016) Las TIC, esenciales para lograr los Objetivos del Desarrollo Sostenible. Recuperado de <https://www.nobbot.com/firmas/las-tic-esenciales-lograr-los-objetivos-desarrollo-sostenible/>
- Hill, S. (2010). *Models of online activism and their implications for democracy and climate change*. Discussion Paper. Foundation for Democracy and Sustainable Development
- Kadir, H., Kadir, M., Yusuf, T. M., & Rasheed, D. (2014). Role of ICTs in Enhancing a Sustainable Educational Development in Selected Secondary Schools in Ilorin Metropolis. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 5(9),89-93
- Kalz, M. et al. (2014). Mobile inquiry-based learning for sustainability education in secondary schools. In *Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 2014 IEEE 14th International Conference on (pp. 644-646). IEEE.
- Kędzierska, B., Magenheim, J., Kędzierska, A., & Fischbach, R. (2013). The Application and Impact of ICT in Education for Sustainable Development. X World Conference on Computers in Education, 2-5, 152–161. http://edu.rsei.umk.pl/wcce2013/publications/v1/V1.17_160-Kedzierska-fullR-FPR.pdf
- Khan, Z. & Kiani, S. L. (2012). A cloud-based architecture for citizen services in smart cities. In *Proceedings of the 2012 IEEE/ACM fifth international conference on utility and cloud computing* (pp. 315-320). IEEE Computer Society.
- Lim, G. (2007). Instructional design and pedagogical consideration for the ins-and-outs of learning objects. In A. Koohang & K. Hamman (Eds.), *Learning objects and instructional designs* (pp. 89–137). Santa Rosa: California: Informing Science Press.

- Makrakis, V. (2008). An instructional design module of ICT that empowers teachers to integrate education for sustainable development across the curriculum. In C. Angeli & N. Valanides (Eds.), *Proceedings of the 6th Panhellenic Conference with International Participation on Information and Communication Technologies in Education* (pp. 391–398). Cyprus: University of Cyprus.
- Makrakis, V. (2010). The challenge of WikiQuESD as an environment for constructing knowledge in teaching and learning for sustainable development. *Discourse and Communication for Sustainable Education*, 1(1), 50–57.
- Makrakis, V. (2011a). Strategies for change towards sustainability in tertiary education supported by ICT. In *ICT in teacher education: Policy, open educational resources and partnership* (pp. 152–166). Moscow: UNESCO Institute for Information Technologies in Education.
- Makrakis, V. (2011b). ICT-enabled education for sustainable development: Merging theory with praxis. In M. Youssef & S. Aziz Anwar (Eds.), *Proceedings of the 4th Annual Conference on e-Learning Excellence in the Middle East 2011 – in Search of New Paradigms for re- Engineering Education* (pp. 410–419). Dubai, UAE: Hamdan Bin Mohammed e-University.
- Makrakis, V., Gkatzos, D., & Larios, N. (2012). ICT-Enabled Climate Change Education and Children Rights. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 14(2), 89-110.
- Makrakis, V., & Kostoulas-Makrakis, N. (2012). Course curricular design and development of the M. Sc. programme in the field of ICT in education for sustainable development. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 14(2), 5-40.
- Mehta, S., & Kalra, M. (2006). Information and Communication Technologies: A bridge for social equity and sustainable development in India. *The International Information & Library Review*, 38(3), 147-160.
- Moodly, A. L. & Adu, E. O. (2014). Information and Communication Technology (ICT) in Education for Sustainable Development (ESD): Quality Teaching and Learning Outcomes. *Journal of Communication (JC)*, 5(2), 197-202.

- Mooney, P. & Corcoran, P. (2011, June). Can Volunteered Geographic Information be a participant in eEnvironment and SDI?. In International Symposium on Environmental Software Systems (pp. 115-122). Springer Berlin Heidelberg.
- Moore, S., Rydin, Y., & Garcia, B. (2015). Sustainable city education: the pedagogical challenge of mobile knowledge and situated learning. *Area*, 47(2), 141-149.
- Navabakhsh, M. & Motlaq, M. (2009). Effects of urban information and communication technology on sustainable development. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7(34), 891-897.
- O'Sullivan, E. (2003). Bringing a perspective of transformative learning to globalized consumption. *International Journal of Consumer Studies*, 27(4), 326-330. DOI:10.1046/j.1470-6431.2003.00327.x.
- Paas, L. (2008). *How information and communications technologies can support education for sustainable development*. Current uses and trends. Manitoba Canada: IISD.
- Purg, P. & Zakrajšek, S. (2009). New technologies for sustainable teaching and learning: A case study from Slovenia on diminishing student workload and increasing motivation through ICT. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 11(2), 31-40.
- Rauch, F. (2002). The potencial of Education for Sustainable Development for reform in schools. *Environmental Education Research*, 8(1), pp. 43-51.
- Rogers-Estable, B. M. (2011). TECHNOLOGY & SUSTAINABLE DEVELOPMENT How online tools can educate. Insight eJournal Newsletter, (November 2011), 1-13.
- Romi, S. & Schmida, M. (2009). Non-formal education: a major educational force in the postmodern era. *Cambridge Journal of Education*, 39(2), 257-273.
- Singh, A. (2003). Information and communication technologies (ICT) and sustainable development. Development Alternatives, New Delhi, India, memo.
- Svanström, M., Lozano-García, F. J., & Rowe, D. (2008). Learning outcomes for sustainable development in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 9, 339-351. doi:10.1108/14676370810885925

- Tella, A., & Adu, E. O. (2009). Information communication technology (ICT) and curriculum development: the challenges for education for sustainable development. *Indian Journal of Science and Technology*, 2(3), 55-59.
- Schaal, S. & Lude, A. (2015). Using Mobile Devices in Environmental Education and Education for Sustainable Development—Comparing Theory and Practice in a Nation Wide Survey. *Sustainability*, 7(8), 10153-10170.
- Schrum, L. & Solomon, G. (2007). Web 2.0 and you: Starting the conversation. *International Society for Technology in Education (ISTE)*.
- Seegolam, A., Sukhoo, A., & Bhoyroo, V. (2015). ICT as an enabler to achieve sustainable development goals for developing countries: A proposed assessment approach. In eChallenges e-2015 Conference, 2015 (pp. 1-11). IEEE.
- Sharma, R., Fantin, A. R., Prabhu, N., Guan, C., & Dattakumar, A. (2016). Digital literacy and knowledge societies: A grounded theory investigation of sustainable development. *Telecommunications Policy*, 40(7), 628-643.
- Tedre, M., Chachage, B., & Faida, J. (2009). Integrating environmental issues in IT education in Tanzania. In Frontiers in Education Conference, 2009. FIE'09. 39th IEEE (pp. 1-7). IEEE.
- Tilbury, D. & Wortman, D. (2005). Whole school approaches to sustainability. *Geographical Education*, 18, 22-30.
- Tilbury, D. (2011). *Educación para el desarrollo sostenible. Examen por los expertos de los procesos y el aprendizaje*. París: UNESCO
- Tilbury D., Stevenson R.B., Fien, J. & Schreuder, D. (2002). *Education for Sustainable Development: Dimensions of Work. IUCN Commission on Education and Communication – The World Conservation Union*. Available: <http://www.iucn.org/themes/cec/education/dimensions.htm>
- Tjoa, A. M., & Tjoa, S. (2016). The Role of ICT to Achieve the UN Sustainable Development Goals (SDG). In IFIP World Information Technology Forum (pp. 3-13). Springer International Publishing.

- UNESCO (2003). *Rewarding literacy: a study of the history and impact of the International literacy*. Paris: Pices.
- UNECE – UNESCO (2007). *Good practices in education for sustainable development, Sweden Sustainable School Award*. <http://www.unece.org/env/esd/welcome.htm>
- UNESCO (2012a). *Educación para el Desarrollo Sostenible*. París:
- UNESCO (2012b). *Forjar la educación del mañana. Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible – Informe 2012*. París:
- Wade, R. (2012). *Pedagogy, places and people*. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 14(2), 147-167 doi: 10.2478/v10099-012-0014-8
- Williamson, A. (2011). *Driving civic participation through social media*. Paper presented at the European workshop on perspectives of Web 2.0 for citizenship education in Europe, Brno, Czech Republic, 7–9 April 2011, Brno, Czech Republic, Networking European Citizenship 146 John Huckle
- Zaremohzzabieh, Z., Abu Samah, B., Omar, S. Z., Bolong, J., Shaffril, M., & Azril, H. (2014). *Youths' sustainable livelihood with information and communication technologies: toward an ICT for development quality model*. *American Journal of Applied Sciences*, 11(6), 947-958.

Cómo citar este artículo:

Boulahrouz Lahmidi, M. (2019). *Tecnologías digitales y educación para el desarrollo sostenible. Un análisis de la producción científica*. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 54, 83-105. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2019.i54.05>