

La gamificación en educación ambiental: un estudio bibliométrico sobre la literatura actual.

Gloria Eulalia Sotorrío Sánchez¹

¹Universidad de Málaga. Máster Interuniversitario en Educación Ambiental.

Resumen

La Educación Ambiental se nutre para su desarrollo de los recursos didácticos que le aporta el total de las Ciencias de la Educación. Entre ellos se encuentra la gamificación, que se mueve entre las nuevas tecnologías y el juego como recurso didáctico aplicados a los problemas medioambientales. Este estudio pretende indagar sobre cómo se estructura la gamificación en Educación Ambiental como ámbito de investigación, tratando de explorar sobre los autores más prolíficos, las posibles redes de colaboración entre autores, e instituciones, así como descubrir las temáticas emergentes. Para ello, se ha llevado a cabo un estudio bibliométrico de las publicaciones recogidas en Scopus y WoS, que incluían la palabra clave “gamification” y “Environmental Education” desde 1972. Se han recuperado un total de 228 documentos. Los resultados muestran un ámbito de investigación de escasa presencia en las Ciencias de la Educación, con un tratamiento muy desigual por parte de los investigadores. En el artículo se comentan las implicaciones que tienen estos resultados para el avance de la gamificación en Educación Ambiental.

Abstract

Environmental Education is nourished for its development by the didactic resources provided by the totality of Educational Sciences. Among them is gamification, which moves between new technologies and games as a didactic resource applied to environmental problems. This study aims to investigate how gamification in Environmental Education is structured as a field of research, trying to explore the most prolific authors, the possible networks of collaboration between authors and institutions, as well as discovering the emerging themes. To this end, a bibliometric study of publications in Scopus and WoS, which included the keywords "gamification" and "Environmental Education" since 1972, has been carried out. A total of 228 documents were retrieved. The results show a research field of scarce presence in the Educational Sciences, with a very unequal treatment by researchers. The article discusses the implications of these results for the advancement of gamification in Environmental Education.

Palabras clave: Gamificación, Educación Ambiental, Bibliometría, Redes de investigación.

Keywords: Gamification, Environmental Education, Bibliometrics, Research Networks.

Introducción

La educación ambiental ha sido un ámbito educativo muy ligado a la concienciación individual y la acción a medio y largo plazo. Utilizando la definición de Aguilera (2018), se puede comprender la educación ambiental como el proceso educativo que relaciona al individuo con su entorno natural y artificial, considerando todos los elementos a los que afecta y en los que se ve afectado, como la densidad demográfica, contaminación, uso de recursos, planificación urbanística/rural, etc. Ese proceso tiene, como base, el desarrollo de valores, el aprovechamiento responsable de recursos y la búsqueda activa de soluciones a problemas ambientales.

Una de las tendencias que está obteniendo mejores resultados para la enseñanza en educación ambiental es el empleo de filosofías propias de los juegos para su desarrollo. Si la finalidad de los juegos no es explícitamente didáctica, se le conoce como *gamificación* o ludología; por el contrario, si se emplean juegos o mecánicas que tienen información con fines explícitamente didácticos, se le conocen como juegos serios. Estas metodologías pueden presentarse aplicadas tanto a actividades físicas y manipulativas como en forma de aplicaciones informáticas. En todo caso, el empleo de este tipo de metodologías está supeditado a la capacidad tanto del docente como del estudiante de profundizar en los conocimientos abordados (Ríos et al., 2020).

Si se realiza una búsqueda de la palabra “gamification” en Scopus, se observa que han pasado de publicarse (registrarse en Scopus) 213 documentos en 2013 a 1193 documentos en 2020. Esto pone de manifiesto el creciente interés del tema en el ámbito académico. En este sentido, la Educación Ambiental asume también dicho interés.

Como en cualquier disciplina académica, es especialmente importante conocer cómo se articula este campo como área de investigación, con el fin de tener una imagen de la Ciencia como organización. De esta forma, la autora de este estudio, como interesada en este tópico, puede adquirir una visión general de quién es quién en este campo de trabajo. A su vez, este conocimiento permitirá un seguimiento más eficiente de la producción científica, permitiendo planificar las aportaciones que se realicen allí donde el discurso científico esté necesitado de un mayor esfuerzo. En definitiva, en un punto inicial del proceso investigador, es especialmente útil conocer quiénes son sus investigadores más productivos, cómo se organizan en redes de co-autoría, sobre qué temas publican más, y qué temas son emergentes.

Con esta intención, son especialmente útiles los recursos metodológicos que aporta la Bibliometría. Este campo científico posibilita la evaluación durante el proceso de la investigación, visibiliza aquellas fuentes bibliográficas más fiables según los campos de estudio, destaca los principales países que contribuyen a las distintas líneas de investigación o establece criterios estandarizados para el análisis de conceptos futuros, entre otros (Cascón-Katchadourian et al., 2020).

Existen varios estudios recientes que muestran dichas ventajas en sus campos de investigación. Trabajos como el de Gálvez (2016), Cascón-Katchadourian et al. (2020) o el de Beltrán y Romero

(2020) son muestras de la aplicación de técnicas de bibliometría con resultados específicos sobre la comprensión de las estructuras subyacentes en las publicaciones de sus áreas de conocimiento.

La bibliometría parte de la situación actual en la que la producción científica está indexada en bases de datos que permiten acceder a todas las unidades de información contenida en los registros bibliográficos: títulos, autores, palabras clave, resúmenes y citas. Como esta información está estructurada y categorizada, es posible diseñar mapas de conceptos relacionados en base a diferentes criterios (Galvez, 2016).

Estos mapas bibliométricos son la representación espacial del campo de trabajo, es decir, una distribución bidimensional de las diferentes temáticas específicas dentro de un área de conocimiento. Esta representación ayuda a la visualización y análisis de su estructura y la evolución dinámica de los conceptos. Para la creación de estos mapas se hace uso de unos indicadores que establecen las relaciones de aparición conjunta de las informaciones de los registros anteriormente citadas (títulos, autores, palabras clave, etc.). A medida que dos conceptos están vinculados con más conceptos o palabras clave, más próximos estarán en la representación del mapa.

Dentro de los diferentes análisis que se pueden realizar a este tipo de mapas bibliométricos están los de agrupaciones bibliométricas, que miden la cercanía y similitud entre las referencias de los artículos; de co-citaciones, que miden las relaciones entre autores o instituciones que trabajan sobre la temática; y los análisis de palabras clave comunes o co-ocurrencia, que relacionan los documentos según el grado de aparición de sus claves (Leung et al, 2017).

En este tipo de análisis de mapeo, se procede con la realización de un procesamiento por agrupaciones o clusters de elementos relacionados, que son aquellos que quedan plasmados en los mapas bibliométricos (Kandylas et al, 2010). Normalmente, se pueden encontrar presentados de dos formas, bien por elementos vinculados por conectores, o bien por puntos de diferente tamaño posicionados en un plano bidimensional. Si los mapas son presentados por conectores, la cantidad y frecuencia de las relaciones puede generar un mapa complejo de interpretar. Por ello, es más habitual presentar los mapas con representaciones de puntos.

Los análisis bibliométricos suelen completarse realizando un análisis de rendimiento con el que se pretende evaluar el impacto de los diferentes actores científicos según su relevancia en el campo de estudio (Van Raan, 2004). Este análisis puede referirse al impacto de los propios autores, de los países, de las instituciones, etc.

Una vez expuesto todo lo anterior, queda justificado el interés de esta investigación al plantearse como objetivo la exploración de las redes de producción científica (publicación de documentos científicos) en el ámbito de la “gamificación en Educación Ambiental”. De forma más específica, se analizarán los autores principales, los vínculos de co-autoría, las instituciones que más publicaciones tienen, las revistas que más artículos han publicado sobre el tema y sobre todo, los distintos tópicos de la disciplina, tratando de identificar aquellos que son emergentes en la actualidad.

Metodología

Se recopilaron los registros bibliográficos del tema de investigación publicados en la base de datos Scopus, de la Web of Science (WoS) en junio de 2021. Para la búsqueda, se empleó la sintaxis “(KEY (environmental AND education)) AND (gamification OR gaming)”. Se obtuvieron un total de 228 documentos indexados comprendidos entre los años 1972 y 2021, ambos incluidos.

El archivo de datos de la documentación fue descargado de la WoS como fichero de BibTeX (extensión.bib) donde se adjuntó información de citación, información bibliográfica, resúmenes y palabras clave, detalles de financiación y otra información disponible. Este documento fue importado en RStudio para crear la base de datos en la que, posteriormente, se originaron los mapas de la ciencia. Para llevar a cabo nuestro análisis, se consideraron las palabras clave de los autores y el ISI keywords plus disponibles en Scopus. Además, se agruparon los conceptos similares con distinta escritura y se modificaron para que aparecieran recogidos. Dichos cambios en las palabras clave de los autores han sido:

- Game → Games
- Role play, role playing, role-playinging games y role-play → Role-playing
- Videogames → Video games
- Virtual learning platform → Virtual learning

Para el análisis bibliométrico, se hizo uso de la interfaz gráfica Biblioshiny, perteneciente al paquete Bibliometrix (<https://www.bibliometrix.org/>) disponible para el entorno de desarrollo integrado de R denominado RStudio (<https://www.rstudio.com/>). Tanto RStudio como el paquete Bibliometrix están disponibles para libre distribución a través de sus respectivas páginas web. Los análisis que se llevaron a cabo se presentan a continuación. Para facilitar la interpretación de los resultados, se describirá brevemente la utilidad de cada uno de estos análisis en base a la documentación oficial del paquete Bibliometrix de Aria y Cuccurullo (2017).

Análisis de fuentes

Cuando se realiza un análisis de fuentes, lo que se están relacionando son las revistas, libros, congresos, etc. en los que han sido publicadas las referencias bibliográficas obtenidas. En este apartado se llevarán a cabo dos análisis específicos:

- **Fuentes más relevantes.** Este análisis lleva a cabo un recuento de las diferentes fuentes de publicación. Las fuentes consideradas más relevantes son aquellas que poseen un mayor número de artículos publicados.
- **Fuentes más citadas localmente.** Este análisis presenta la frecuencia de aparición de cada una de las fuentes de nuestra colección, nuestra muestra, que han sido citadas por otros documentos de la propia colección.

- **Impacto local de las fuentes.** Este análisis hace alusión a aquellas fuentes que han obtenido un mayor índice-H dentro de la colección. El índice-H de una fuente muestra el número X de publicaciones de esa fuente que han sido citadas, al menos, X veces.

Análisis de autoría

En el análisis de autoría entran no solo las relaciones entre autores y citaciones, sino también son consideradas las afiliaciones e instituciones de los mismos, además de sus países de origen.

- **Autores más relevantes.** Este análisis es similar al análisis de fuentes, solo que se comparan los autores de los documentos en función del número de publicaciones de la colección.
- **Autores más citados localmente.** Al igual que el análisis de fuentes más citadas localmente, este análisis presenta la frecuencia de aparición de cada autor individual de los documentos en el apartado de referencias del resto de documentos de la colección. En otras palabras, cuántas veces han sido citados los autores de cada documento en el resto de nuestra colección de publicaciones.
- **Afiliaciones más relevantes.** Este análisis muestra la frecuencia de aparición de las afiliaciones o centros de investigación de los autores dentro de la colección. Su interés para la bibliometría es el de encontrar las instituciones más productivas en un campo de estudio.
- **Producción científica por países.** Este análisis muestra las frecuencias de publicación por países, no solo las afiliaciones. Este análisis puede mostrarse como un mapamundi en el que se resaltan de color azul los países que han tenido producción científica según el dataset que se haya cargado. Cuanto más oscuro es el color azul, más producción científica tiene el país.

Análisis de documentos

Este apartado mostrará las relaciones entre documentos específicos. Aquí se llevarán a cabo dos análisis fundamentales para comprender las publicaciones concretas de mayor trascendencia para el área de conocimiento estudiada.

- **Documentos más citados globalmente.** Este análisis muestra las frecuencias en las que son citados cada documento de la colección. Sirve para comprender cuáles son las publicaciones de mayor trascendencia o difusión dentro del campo de estudio. Los documentos con mayor número de citas serán aquellos que, de una forma u otra, sirven de motor o base para el resto de las investigaciones.
- **Nube de palabras.** El análisis muestra las frecuencias con las que se repiten las diferentes palabras clave que establecen los autores en sus documentos. Dicho estudio se ve afectado por los cambios que hemos realizado con anterioridad. La representación de

este análisis suele mostrarse como una imagen en la que los términos con mayor frecuencia son visibles de mayor tamaño.

Análisis de clusters

Este análisis busca encontrar las relaciones existentes entre los documentos de la colección. Suele encontrarse también bajo el nombre de “emparejamiento bibliográfico”. En este caso, se relacionan las referencias de cada documento y, cuando coinciden, se “emparejan”. El grado de unión puede calcularse en función de que compartan la misma referencia, citen a los mismos autores o a las mismas revistas. Es decir, dos artículos estarían relacionados por referencias si al menos una de sus citas empleadas en sus textos aparece en los dos artículos. Por tanto, aquellos documentos con menor número de referencias serán más débilmente relacionados. Los resultados son mostrados en un mapa bidimensional en base a dos índices, centralidad e impacto. Centralidad hace referencia al índice de centralidad de Callon, que se explicará en el siguiente análisis. Impacto hace referencia a la puntuación media de citación local (de la colección) o global del documento.

Análisis de estructura conceptual

Es un tipo de análisis más específico que el de clusters. En él se evalúan las relaciones entre las palabras clave de los documentos de la colección. Los resultados son mostrados habitualmente en base a dos índices: centralidad y densidad (Callon et al., 1991; Cobo et al., 2010).

La centralidad (o índice de centralidad de Callon) es una medida que evalúa el grado en que un elemento se vincula con otros; estos elementos pueden ser palabras, referencias o autores. Podría verse como la importancia de un elemento en la evolución o desarrollo del área científica analizada, su grado de cohesión externa o lo bien posicionado que esté con otros trabajos de la temática.

Entendemos como impacto al número total de citas por documento recibidas. Cuanta mayor sea la cantidad de citas obtenidas en un texto, mayor es su trascendencia dentro de las temáticas relacionadas.

La densidad hace referencia al grado de cohesión interna de los elementos analizados. Este índice relaciona cada par de palabras clave existentes en el documento con otros similares, en función del número de palabras clave totales del documento. Esto es, a mayor número de palabras clave de un documento, podría entenderse como que el documento es más general o amplio y, por tanto, la relación entre pares de palabras clave suele ser menor que en otros documentos con menor número de palabras clave. Podría interpretarse como el grado de desarrollo de un tema dentro del documento.

- **Red de co-ocurrencia.** Este análisis hace referencia a la relación de las palabras clave más utilizadas en los documentos que se relacionan más frecuentemente con otras.

- **Mapa temático.** Es una representación bidimensional del análisis de las palabras claves según los índices de centralidad y densidad mencionados anteriormente. El mapa temático presenta las relaciones de co-ocurrencia según el cuadrante en el que se sitúan: (1) el cuadrante superior derecho mostraría los temas motores, es decir, aquellos que presentan una alta centralidad y densidad; (2) el cuadrante inferior derecho muestra aquellos temas considerados básicos y transversales, es decir, de gran centralidad y baja densidad, interesantes pero poco desarrollados; (3) el cuadrante inferior izquierdo son los temas emergentes o que desaparecen, de baja centralidad y densidad; y (4) el cuadrante superior izquierdo son aquellos temas muy especializados o que suponen un nicho de publicación, de poca centralidad pero alta densidad de publicaciones.

Análisis de estructura intelectual

En este apartado se realiza un análisis de la red de co-citaciones, es decir, la relación de autores que suelen ser citados de forma conjunta en los documentos de la colección. Este análisis es útil para ver los documentos, autores o fuentes que suelen ser citados como un conjunto dentro de los documentos de la colección.

Resultados

Los 228 documentos analizados fueron publicados entre los años 1972 y 2021, encontrándose distribuidos en 167 fuentes bibliográficas, con un promedio de 6.13 años desde su publicación y con una media de 12.15 citas por documento. El promedio de citaciones por año y documento era de 1.83.

Las fuentes de estos documentos correspondían a: 123 artículos de revistas, 2 libros publicados, 5 capítulos de libros, 80 publicaciones en congresos, 15 revisiones, 2 encuestas cortas y 1 nota.

Respecto a los autores de las publicaciones, se encontraron 799 en total de los cuales 29 son los únicos autores de documentos de la colección y 770 comparten la autoría de sus publicaciones con otros. La media de autores por documento de nuestra colección fue de 3.5.

Con referencia a las fuentes más relevantes en los artículos analizados, tan solo dos revistas acumulan más de cinco publicaciones. La primera de ellas es la revista Sustainability con 18 artículos sobre la temática, que está indexada en JCR en el segundo cuartil de las revistas de ciencias ambientales. La segunda de ellas es Computers and Education con 6 artículos y está indexada en JCR en el primer cuartil de las revistas de educación.

Análisis de fuentes

El análisis de fuentes más relevantes situó a la revista Sustainability como la más presente en la colección con 18 documentos. La segunda fuente con mayor presencia fue la revista Computers

and Education, con seis documentos. El resto de fuentes presentaban una frecuencia de cinco documentos o menos. En la [Tabla 1](#) se presentan las fuentes con cinco o más documentos dentro de la colección.

Tabla 1. Listado de fuentes más con mayor número de artículos dentro de la colección.

Fuente	Artículos
Sustainability (Switzerland)	18
Computers and Education	6
Acm International Conference Proceeding Series	5
Environmental Education Research	5
International Research in Geographical and Environmental Education	5
Simulation and Gaming	5

En relación con las fuentes más citadas localmente, en primer lugar, se encuentra la revista Environmental Education Research como la más citada, ya que 138 artículos han puesto en sus referencias alguno de sus artículos. La segunda más citada ha sido Simulation and Gaming con 101 artículos que la referencian. Por encima de 90 citaciones encontramos el Journal of Environmental Education y Sustainability, con 99 y 90 documentos que las referencian. En la [Tabla 2](#) se presentan las fuentes que reciben más de 45 citas en las referencias de los documentos analizados.

Tabla 2. Listado de fuentes más citadas dentro de la colección.

Fuente	Artículos
Environmental Education Research	138
Simulation and Gaming	101
Journal of Environmental Education	99
Sustainability	90
Journal of Hypertension	87
Journal of Cleaner Production	72
The Lancet	50
Advanced Research and Trends in New Technologies	48
Journal of Chemical Education	48
Science	47

Para concluir este apartado, se realizó el análisis del impacto de las fuentes de la colección. La revista con mayor impacto de la colección de documentos es Sustainability, con un índice-H de seis. Tras ella, con un índice de cinco, se encuentra Computers and Education. La revista International Research in Geographical and Environmental Education y la revista Simulation and Gaming comparten un índice-H de cuatro. Se facilitan las primeras fuentes ordenadas según su impacto en la [Tabla 3](#).

Tabla 3. Listado de fuentes según su índice-H.

Fuente	Índice-H
Sustainability (Switzerland)	6
Computers and Education	5
International Research in Geographical and Environmental Education	4
Simulation and Gaming	4
Environmental Education Research	3
Journal of Cleaner Production	2
Journal of Geoscience Education	2
Simulation and Gaming	2

Análisis de autoría

El primer análisis dentro de este apartado es el de autores más relevantes. De los 799 autores, únicamente tres han publicado un total de tres artículos sobre la temática. Estos autores son Hou H.T., Janakiraman S. y Rossano V. El resto de los autores de la colección estudiada han publicado dos artículos más o menos sobre la temática.

En cuanto a los autores más citados localmente, en la [Tabla 4](#) se puede comprobar que hay un total de ocho autores que reciben cuatro citas por documentos incluidos dentro de la colección de nuestro análisis, siguiéndoles otros cuatro autores con tres citas cada uno.

Tabla 4. Listado de autores por citaciones locales.

Autores	Citas recibidas
Cerba O.	4
Charvat K.	4
Kozuch D.	4
Li Y.	4
Mason L.R.	4
Norton E.	4
Splichal M.	4
Washington-Allen R.A.	4
Chen M.	3
Janakiraman S.	3
Jeronen E.	3
Wang A.	3

Dentro de la colección estudiada, el análisis de las afiliaciones de los autores nos indica que el centro más productivo en lo que respecta a la educación ambiental y la gamificación es la Universidad de Purdue, con ocho artículos publicados sobre la temática, seguido de la Universidad Nacional de Taiwán de Ciencia y Tecnología con siete documentos. La [Tabla 5](#) muestra las afiliaciones más relevantes de la colección analizada.

Tabla 5. Listado de afiliaciones más relevantes.

Institución	Artículos
Purdue University	8
National Taiwan University of Science and Technology	7

University of Bari Aldo Moro	5
Virginia Polytechnic Institute and State University (Virginia Tech)	4
Imperial College London	4
Stanford University	4
University of California	4
University of Florida	4

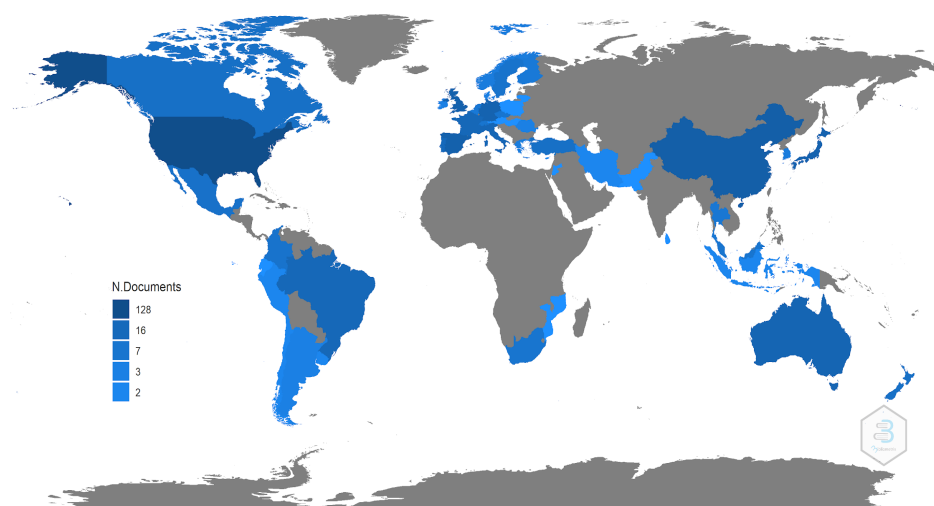
Para concluir este apartado, se realizó un análisis de la producción científica según el país de origen de los autores. El país de mayor producción es Estados Unidos, con 128 documentos dentro de la colección, seguidos de China con 36. España y Reino Unido comparten 30 documentos cada uno. Los resultados continúan en la [Tabla 6](#).

Tabla 6. Listado de la producción científica de la temática por países.

País	Frecuencia
Estados Unidos de América	128
China	36
España	30
Reino Unido	30
Japón	27
Alemania	26
Australia	23
Italia	20
Brasil	18
Francia	18
Portugal	16
Canadá	10
Nueva Zelanda	10
Turquía	10

La [Figura 1](#) muestra una imagen mapamundi de la totalidad de los documentos estudiados. La imagen muestra un tono de azul más oscuro cuanto mayor es el número de documentos publicados. Aquellos países en gris no presentan documentos en la colección analizada sobre las temáticas de gamificación y educación ambiental.

Figura 1. Producción científica por países.



Análisis de documentos

El primer análisis dentro de este apartado es el relacionado con los documentos más citados a nivel global, es decir, las citas recibidas tanto dentro como fuera de la colección analizada. En este caso, se sitúa en primera posición el documento de Rudolph J.W. (2007) en *Anesthesiology Clinics* con un total de 322 citaciones, seguido muy de cerca por Olsen M.H. (2016) en *Lancet* con 319. Se puede contemplar en la [Tabla 7](#) un descenso significativo en la frecuencia de citaciones a partir de la tercera posición ocupada por Kamarainen (2013) en *Computers and Education* con 249 encontrándose, a partir de aquí, una frecuencia inferior a las 200. La tabla muestra únicamente el primer autor de cada publicación, para su óptima visualización.

Tabla 7. Listado de la documentación más citada a nivel global.

Documentos	Frecuencia
Rudolph J. W. (2007), <i>Anesthesiology Clinics</i>	322
Olsen M. H. (2016), <i>Lancet</i>	319
Kamarainen A. M. (2013), <i>Computers and Education</i>	249
Wrzesien M. (2010), <i>Computers and Education</i>	172
Kobori H. (2016), <i>Ecological Research</i>	132
Pasin F. (2011), <i>Computers and Education</i>	130
Monroe M. C. (2019), <i>Environmental Education Research</i>	108
Baytak A. (2011), <i>Educational Technology Research and Development</i>	67
McGrath M. J. (2013), <i>Sensor Technologies. Healthcare, Wellness and Environmental Applications</i>	52
Alp E. (2006), <i>International Research in Geographical and Environmental Education</i>	50
Madani K. (2017), <i>Sustainable Cities and Society</i>	46
Howard J. (2004), <i>American Journal of Industrial Medicine</i>	40
Mathevet R. (2007), <i>Simulation and Gaming</i>	38
Scholz R. W. (2004), <i>Journal of Research in Science Teaching</i>	32
Antoniou A. (2010), <i>Journal on Computing and Cultural Heritage</i>	31

Como complemento a este análisis, se realizó una nube de palabras (ver [Figura 2](#)) creada a partir de las 50 palabras clave con mayor frecuencia utilizadas por los autores de los documentos. La imagen no muestra los conceptos ‘environmental education’ debido a que fue la palabra clave primaria de la búsqueda y fue compartida por la totalidad de los documentos de la colección. Este análisis muestra que las palabras más repetidas son education, serious games, gamification, sustainability y games-based learning.

Figura 2. Nube de palabras de las palabras clave según frecuencia.



Análisis de clusters

En este análisis se evaluó el nivel de emparejamiento bibliográfico de las referencias de los documentos de la colección utilizando como medida de impacto las citas locales, es decir, las citas recibidas dentro de la propia colección. El análisis se realizó utilizando 250 documentos como mínimo y con una frecuencia mínima de clúster del 5%. Los resultados pueden verse en la [Figura 3](#) y los clusters están etiquetados según las palabras clave más empleadas por los autores en los documentos que los componen. En la figura 3 se pueden visualizar cuatro cuadrantes.

En la sección superior derecha se encuentran los temas que más se vinculan con la educación ambiental y gamificación y poseen un mayor impacto académico local. En él se localizan los documentos que relacionan la educación con los términos educación ambiental y sostenibilidad.

En la sección superior izquierda están los temas secundarios o específicos, pero que poseen un gran impacto académico local. Aquí se encuentran dos clusters: el de mayor densidad, (1) en el que predominan los documentos con temática sobre el aprendizaje basado en juegos y aquellos que hablan de sustentabilidad y educación ambiental; el de menor densidad, (2) presenta aquellos documentos que trabajan la sucesión de la vegetación con la realidad aumentada en ciencias educativas.

En la sección inferior derecha se encuentran los temas centrales de la colección, pero con menor impacto académico local. Estos cluster tienen un tamaño semejante, siendo el (1) de mayor densidad en el que predominan los temas de los serious games, la gamificación y la educación ambiental; y el cluster (2) que está formado por documentos que tratan sobre el cambio climático como tema principal, gamificación y educación ambiental.

En la sección inferior izquierda encontramos temas secundarios con un impacto local bajo. En esta sección, aparece una única agrupación en la que predominan los documentos sobre aprendizaje actitudinal, actitud y educación ambiental.

Por último, entre las secciones inferiores izquierda y derecha, con una centralidad media y un impacto bajo, se localiza un cluster de tamaño reducido que vincula a aquellos documentos sobre la inspiración y los atlas medioambientales, con cierta vinculación con la educación.

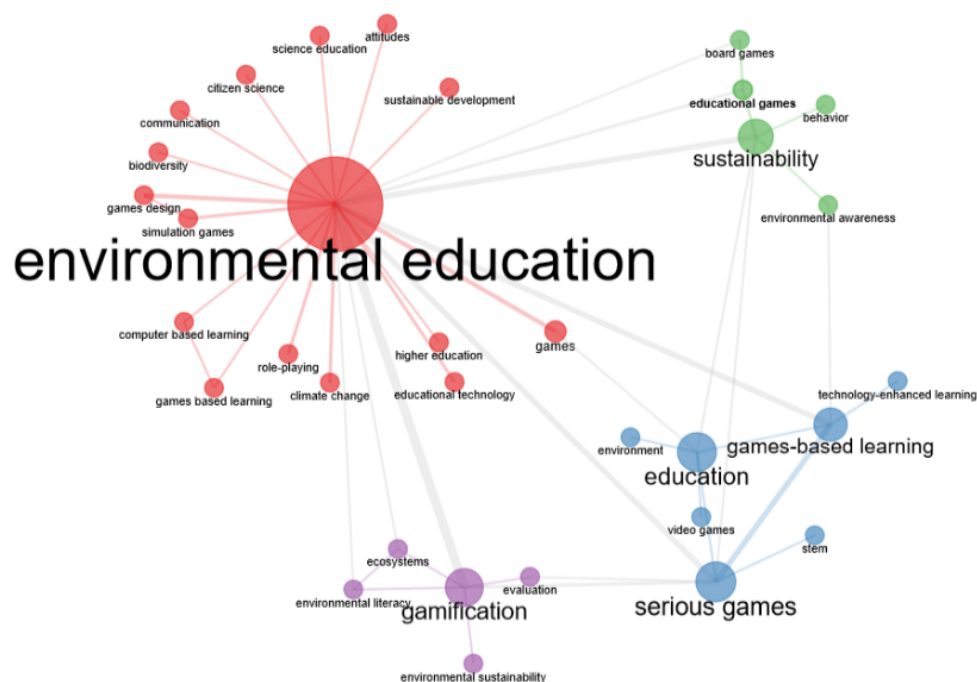
Figura 3. Emparejamiento bibliográfico según citaciones locales de los documentos.



Análisis de estructura conceptual

Aquí se llevará a cabo una red de co-ocurrencias en las palabras clave. Este análisis hace referencia a la frecuencia con la que las palabras clave de un documento son empleadas en otros. Se puede observar cómo en la [Figura 4](#) aparecen cuatro clusters bien definidos: En el primero, aparece la educación ambiental como la de mayor frecuencia con la que se vinculan temáticas como la biodiversidad, la comunicación y la ciencia ciudadana, entre otras. En un segundo grupo resalta el término sostenibilidad vinculado con el comportamiento y con la conciencia ambiental, principalmente. En un tercer grupo, se destaca la educación y los serious games con el aprendizaje basado en juegos y términos asociados al aprendizaje mejorado con la tecnología. Por último, se observa un grupo que desarrolla el término de gamificación vinculada a la evaluación y a ecosistemas.

Figura 4. Mapa de la red de co-ocurrencias de las palabras clave de los autores.

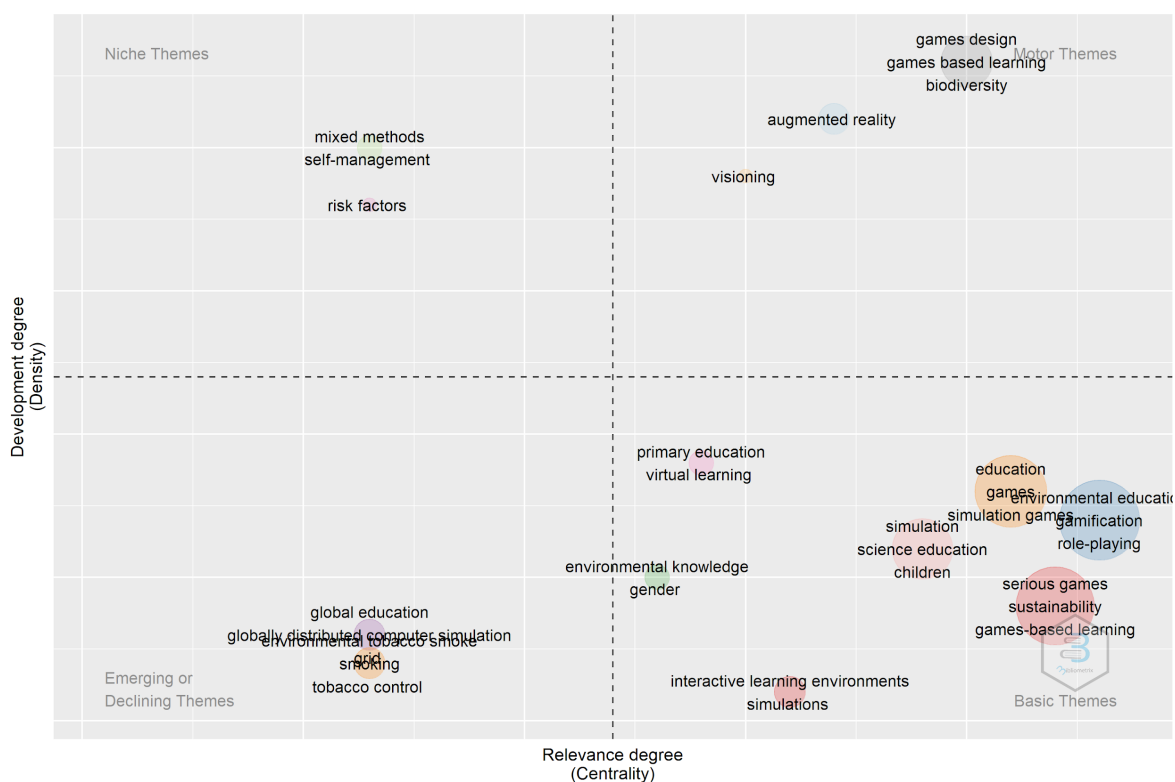


En relación con el mapa temático que se genera entre los términos empleados por los autores de la colección sobre educación ambiental y gamificación según los índices de centralidad y densidad, se obtienen los siguientes resultados, representados en la [Figura 5](#):

1. Los temas motores son aquellos documentos relacionados con diseño de juegos, aprendizaje basado en juegos y biodiversidad, además de documentos basados en la realidad aumentada o basados en la visión de futuro. Están situados en el cuadrante superior derecho con un mayor índice de centralidad y densidad.
2. Los temas básicos y transversales presentan varios clusters en los que predominan los documentos relacionados con la educación ambiental y los juegos de rol; la sostenibilidad con el aprendizaje basado en el juego; la educación con los juegos de simulación; y las ciencias de la educación con las niñas y niños. Están situados en el cuadrante inferior derecho y muestran un alto índice de centralidad con uno bajo densidad.
3. Los temas nicho son aquellos relacionados con la autogestión, los métodos mixtos y los factores de riesgo. Están situados en el cuadrante superior izquierdo mostrando un escaso índice de centralidad temática, pero con una alta densidad de publicaciones.
4. Los temas emergentes o en desaparición son aquellos documentos que relacionan el fumar tabaco con el medio ambiente y el control del tabaco, y la educación global con simulaciones distribuidas de ordenador sobre globalidad y redes específicas. Están situados en el cuadrante inferior izquierdo, con una baja centralidad y densidad.

Este mapa temático fue generado a partir de las 250 palabras clave más frecuentes y agrupados por clústeres según alcanzaban el mínimo del 5% de frecuencia de aparición por clúster.

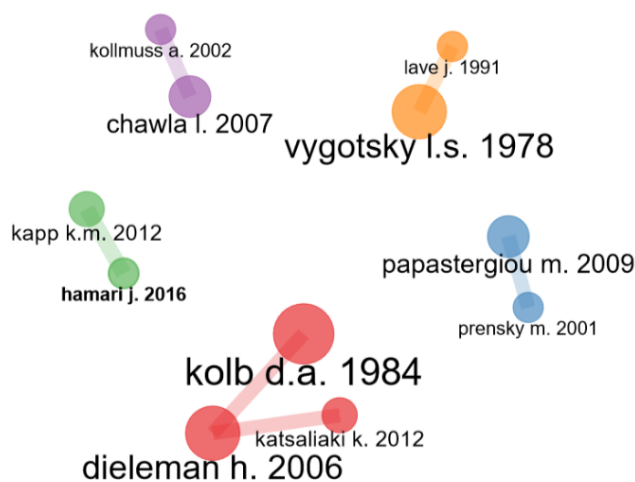
Figura 5. Mapa temático según las palabras clave de los autores.



Análisis de estructura intelectual

Para concluir los análisis, se presentan los resultados de la estructura intelectual de las co-citaciones de la colección. En ella (ver [Figura 6](#)), se puede observar que existen cinco grupos de documentos de autores que son citados de forma conjunta en los documentos: (1) Vigotsky (1978) suele citarse junto a Lave (1991); (2) Kolb (1984) suele presentarse con Dieleman (2006) y Katsaliaki (2012); (3) Chawla (2007) suele ser citado junto al trabajo de Kollmuss (2002); (4) el documento de Papastergiou (2009) suele citarse con el de Prensky (2001); y, el último grupo (5) es el de Kapp (2012) con Hamari (2016).

Figura 6. Red de co-citaciones en la autoría de los documentos.



Discusión y conclusiones

Este estudio tenía como objetivo obtener la información estructural que subyace en las publicaciones sobre educación ambiental y gamificación, para facilitar al investigador una visión general del campo de estudio. En ella, se han sacado a la luz aquellos autores y documentos que sirven de referencia para las investigaciones sobre la temática, las diferentes fuentes que más han promocionado documentos, los países de mayor producción y los núcleos temáticos que subyacen dentro del campo de investigación.

De forma resumida, se puede observar que la revista Sustainability es la que más referencias posee sobre la temática, seguida de la revista Computers and Education. Ambas coinciden en ser las revistas con mayor índice-H de la colección. Curiosamente, la revista Sustainability pertenece al Q2 del campo de la Educación Ambiental; en cambio, Computers and Education pertenece al cuartil Q1 en las áreas de Educación y E-Learning del listado de Journal Citation Reports (JCR) por lo que podemos considerarlas como promotoras o referentes dentro de su sector.

En cuanto a las afiliaciones, las dos instituciones más relevantes son Purdue University y National Taiwan University of Science and Technology. Las dos instituciones cuentan en 2021 con grados, másteres y cursos de doctorado relacionados con las ciencias ecológicas, sostenibilidad, ingeniería e innovación tecnológica, pero no poseen titulaciones de educación explícitamente relacionadas con la educación ambiental. Por tanto, se podría suponer que las investigaciones analizadas que han partido de estas instituciones han mencionado la educación ambiental de forma colateral. Esta conclusión coincide con la interpretación de los resultados del análisis de autorías, por lo que es posible que la temática sea considerada de forma transversal con otros temas.

Respecto a los países de mayor producción científica, destacan los Estados Unidos, China, España y Reino Unido. La notoria producción de Estados Unidos y China puede deberse a la tendencia académica a visualizar la promoción de la educación ambiental en las sociedades industriales. La tercera y cuarta posición de los países más productivos son para España y Reino Unido, que podría demostrar un interés similar por minimizar el impacto ambiental de sus ciudadanos, salvando las comparaciones respecto a las dos potencias anteriores. Esto puede evocar la idea de un creciente interés entre los países de mayor relevancia mundial por la aplicación de mejoras educativas medioambientales.

Con relación al análisis de autores, se puede observar que, de esos 799 autores, la mayoría han publicado dos o menos artículos sobre la temática estudiada. Esto puede dar a pensar que se trata de un tema secundario y no una línea de trabajo que pueda suscitar interés. Además, a pesar de que España se encuentre dentro de los países de mayor producción científica, se puede observar que no hay autoría española destacable dentro de este análisis, dándose la posibilidad de ser debido al ser temáticas con un interés aún ascendente en nuestro país, ya que el uso de la gamificación como estrategia metodológica en educación sigue estando en crecimiento.

Reslativo a los documentos con mayor índice de citaciones, tanto el documento de Rudolph et al. (2007) como el de Olsen et al. (2016) que están más relacionados con los avances tecnológicos en procesos sanitarios, bien para realizar buenos juicios diagnósticos, o bien para promover estrategias para reducir la tendencia a la alta presión sanguínea respectivamente. Por otro lado, el tercer documento más citado es el de Kamarainen et al. (2013) que propone un aprendizaje de problemas ambientales y las adaptaciones medioambientales de determinadas culturas a través del uso de una aplicación para dispositivos de realidad aumentada. Los dos primeros documentos parecen mostrar una relación colateral con la temática de este trabajo, pero son muy relevantes dentro de su campo de acción. El tercer documento hace una alusión directa en uno de los temas de alto impacto que devolvió el análisis de clústeres, por lo que se entiende que puede ser un gran referente en estudios de gamificación y educación ambiental.

Acerca de los temas emergentes, la relación entre el tabaquismo y su control con el medio ambiente parece empezar a ser una temática en expansión. Esto puede deberse debido a los distintos estudios que demuestran la contaminación que se produce, no únicamente a nivel de salud de las personas fumadoras y su entorno, sino a la afectación del suelo, del aire y de las personas que se dedican a su cultivo, tal y como comentar De Granda-Orive et al (2017). Su relación con la educación ambiental podría estar enfocada indirectamente, además, con la prevención de su consumo.

Además, con respecto al emparejamiento bibliográfico en función de las palabras clave de las referencias de los documentos y las de los propios documentos mostradas en la nube de palabras, se relacionan las temáticas de manera que parecen más relevantes las vinculaciones del aprendizaje basado en el juego, probablemente a través de los serious games, con la sostenibilidad dentro de la temática medioambiental. Además, coinciden con los temas de mayor impacto académico según los resultados del análisis de la estructura conceptual.

A la vista de los resultados, se podría concluir que la educación ambiental y la gamificación no parecen ser temas principales de investigación ya sea porque se considera como tema transversal en la mayoría de los países del mundo o bien porque la comunidad científica lo considera como tal. A tenor del escaso número de documentos publicados por autor, sería necesaria un cambio de enfoque en el que se indagase de forma continuada en la materia. Esto podría ser más fácil en aquellos países en los que la producción es actualmente alta, ya que esta temática podría llegar a mitigar el alto impacto medioambiental que generan.

Por otra parte, sería necesario profundizar en este campo de investigación debido a la realidad educativa actual, pues el concepto de “educación tradicional” tiene demasiadas connotaciones negativas, aburridas y, en muchas ocasiones, poco eficaces. Asimismo, vivimos en una sociedad digitalmente conectada y con fácil acceso a la información, lo que conlleva a buscar alternativas para transmitirla beneficiosamente, fomentando la motivación y la calidad educativa, a través de distintas plataformas digitales. Se ha demostrado que la aplicación de elementos de juegos a situaciones reales, el uso de las redes sociales y de aparatos tecnológicos como tabletas y teléfonos inteligentes han dado resultados positivos en cuanto a la adquisición de conocimientos

(Aguilera, Fúquene y Ríos, 2014). Con respecto a la educación ambiental, vemos que sería necesaria una rápida actuación y un replanteamiento sobre la relación personal con el entorno en el que vivimos utilizando estas aplicaciones metodológicas para impulsar la conciencia ambiental y el trabajo individual.

Referencias

- Aguilera, A., Fúquene, C. y Ríos, W. (2014). Aprende jugando: el uso de técnicas de gamificación en entornos de aprendizaje. *IM-Pertinente*, 2(1), 125-128.
- Aguilera, R. (2018). La educación ambiental, una estrategia adecuada para el desarrollo sostenible de las comunidades. *Revista DELOS Desarrollo Local Sostenible*, 31. <https://www.eumed.net/rev/delos/31/roberto-aguilera.html>
- Aria, M. & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis, *Journal of Informetrics*, 11(4), 59-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Beltrán, A. M., & Romero, E. (2020). El papel de la gamificación en la conciencia ambiental: Una revisión bibliométrica. *Revista Prisma Social*, 30, 161-185. <https://revistaprismasocial.es/article/view/3764/4355>
- Callon, M., Courtial, J. P., & Laville, F. (1991). Co-word analysis as a tool for describing the network of interactions between basic and technological research: The case of polymer chemistry. *Scientometrics*, 22, 155-205. <https://doi.org/10.1007/BF02019280>
- Cascón-Katchadourian, J., Moral-Munoz, J. A., Liao, H., & Cobo, M. J. (2020). Análisis bibliométrico de la Revista Española de Documentación Científica desde su inclusión en la Web of Science (2008-2018). *Revista Española De Documentación Científica*, 43(3). <https://doi.org/10.3989/redc.2020.3.1690>
- Cobo, M., López-Herrera, A., Herrera-Viedma, E. & Herrera, F. (2011). An approach for detection, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the fuzzy sets theory field. *Journal of Informetrics*, 5, 146-166. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.10.002>
- De Granda-Orive, J., Jiménez-Ruiz, C. & Solano-Reina, S. (2017). Posicionamiento de la Organización Mundial de la Salud. Impacto del tabaco en el medio ambiente: cultivo, curado, manufactura, transporte y tabaquismo de tercera y cuarta mano. *Archivos de Bronconeumología*, 1-2. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arbres.2017.09.003>
- Gálvez, C. (2016). Visualización de las principales líneas de investigación en salud pública: un análisis basado en mapas bibliométricos aplicados a la Revista Española de Salud Pública (2006-2015). *Revista Española de Salud Pública*, 90,

[https://www.mscbs.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_c
drom/VOL90/ORIGINALES/RS90C.CG.pdf](https://www.mscbs.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_c
drom/VOL90/ORIGINALES/RS90C.CG.pdf)

- Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S., & Dede, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers & Education*, 68, 545-556. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.018>
- Kandylas, V., Upham, S. P., & Ungar, L. H. (2010). Analyzing knowledge communities using foreground and background clusters. *ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data (TKDD)*, 4(2), 1-35. <https://doi.org/10.1145/1754428.1754430>
- Leung, X. Y., Sun, J., & Bai, B. (2017). Bibliometrics of social media research: A co-citation and co-word analysis. *International Journal of Hospitality Management*, 66, 35-45. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00853-3>
- Olsen, M. H., Angell, S. Y., Asma, S., Boutouyrie, P., Burger, D., Chirinos, J. A., Damasceno, A., Delles, C., Gimenez-Roqueplo, A.P., Hering, D., López-Jaramillo, P., Martinez, F., Perkovic, V., Rietzschel, E. R., Schillaci, G., Schutte, A. E., Scuteri, A., Sharman, J. E., Wachtell, K., & Wang, J. G. (2016). A call to action and a lifecourse strategy to address the global burden of raised blood pressure on current and future generations: The Lancet Commission on hypertension. *The Lancet*, 388(10060), 2665-2712. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(16\)31134-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(16)31134-5)
- Ríos, J. M., Franco, P. D., & Jiménez, M. A. (2020). Gamificación, una herramienta para la educación inclusiva. En J.J. Leiva, & A. Matas (Coords). *Innovación e inclusión educativa en la era del Big Data*. pp 73-88. Octaedro.
- Rudolph, J. W., Simon, R., Rivard, P., Dufresne, P., & Raemer, D. (2007). Debriefing with Good Judgment: Combining Rigorous Feedback with Genuine Inquiry. *Anesthesiology Clinics*, 25(2), 361-367. <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2007.03.007>
- Van Raan A.F. (2004). Measuring Science. En H.F. Moed, W. Glänzel. & U. Schmoch (Eds.) *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*. 19-50. https://doi.org/10.1007/1-4020-2755-9_2