

López Gómez, L. F., Laverde Salazar, J. F., & Hoyos García, M. C. (2025, septiembre-diciembre). Revisión sistemática de literatura sobre los juegos serios como herramienta para la promoción de la sostenibilidad en la educación ambiental. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (76), 218-253. <https://www.doi.org/10.35575/rvucn.n76a9>

## **Revisión sistemática de literatura sobre los juegos serios como herramienta para la promoción de la sostenibilidad en la educación ambiental**

*Review of the Serious Games as a Tool for promoting Sustainability in Environmental  
Education*

### **Luisa Fernanda López Gómez**

Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo

Facultad de Producción y Diseño, Institución Universitaria Pascual Bravo; Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia  
Medellín, Colombia

[luisa.lopez@pascualbravo.edu.co](mailto:luisa.lopez@pascualbravo.edu.co)

**Orcid:** <https://orcid.org/0000-0003-3793-4731>

**CvLAC:**

[https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0001436881](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001436881)

### **Juan Felipe Laverde Salazar**

Magíster en Ingeniería de Sistemas

Facultad de Producción y Diseño, Institución Universitaria Pascual Bravo; Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia  
Medellín, Colombia

[juan.laverde@pascualbravo.edu.co](mailto:juan.laverde@pascualbravo.edu.co)

**Orcid:** <https://orcid.org/0009-0009-1855-3678>

**CvLAC:**

[https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0002074581](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0002074581)

### **María Camila Hoyos García**

Estudiante de Ingeniería Administrativa

Facultad de Producción y Diseño, Institución Universitaria Pascual Bravo  
Medellín, Colombia

[maria.hoyos036@pascualbravo.edu.co](mailto:maria.hoyos036@pascualbravo.edu.co)

**Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-8112-5267>

**CvLAC:**

[https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0001853839](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001853839)

**Recibido:** 22 de septiembre de 2024

**Evaluado:** 26 de junio de 2025



**Aprobado:** 30 de julio de 2025

**Tipo de artículo:** Revisión

## Resumen

La creciente preocupación por los efectos de las acciones humanas en el medio ambiente ha impulsado la búsqueda de estrategias educativas innovadoras para fomentar comportamientos sostenibles. En este contexto, los juegos serios se han posicionado como herramientas efectivas para la educación ambiental. Para mejorar el diseño de futuras aplicaciones, este estudio buscó identificar y clasificar las características principales de los juegos serios que promueven conductas responsables con el entorno. Se aplicó el análisis jerárquico de procesos (AHP) a los resultados de una revisión sistemática de literatura (RSL) extraída de la base de datos Scopus. Las herramientas VosViewer y Tree of Science permitieron identificar las tipologías de juegos más recurrentes y las dinámicas sociales asociadas. Se evaluaron doce categorías de juegos con el uso de seis criterios, encontrando que los juegos de rol destacan por su efectividad en la enseñanza ambiental al promover la inmersión y la retención del conocimiento, aunque con mayores costos de desarrollo. En contraste, los juegos de mesa y cartas fueron menos eficaces por su baja capacidad de atracción. Los hallazgos ofrecen una guía práctica para seleccionar herramientas pedagógicas alineadas con objetivos educativos y principios de sostenibilidad.

**Palabras clave:** Conservación del medio ambiente; Desarrollo sostenible; Educación ecológica; Innovación pedagógica; Juegos instructivos; Toma de decisiones.

## Abstract

Growing concern about human impact on the environment has led to the exploration of innovative educational strategies aimed at promoting sustainable behaviors. In this context, serious games have emerged as effective tools for environmental education. This study aims to identify and classify the main characteristics of serious games that encourage environmentally responsible actions. The Analytic Hierarchy Process (AHP) was applied to the results of a Systematic Literature Review (SLR) obtained from the Scopus database. Analytical tools such as VosViewer and Tree of Science were used to determine the most recurring game typologies and social

dynamics associated with environmental issues. Twelve game categories were evaluated using six prioritization criteria, finding that role-playing games were identified as the most effective for fostering environmental learning due to their immersive and knowledge-retention capabilities. In contrast, board and card games were less effective due to their low appeal. The findings offer practical guidance for selecting teaching tools aligned with educational objectives and sustainability principles.

**Keywords:** Environmental conservation; Sustainable development; Ecological education; Educational innovation; Instructional games; Decision-making.

## Introducción

El cuidado del medio ambiente y las dinámicas asociadas con este se han convertido en el centro de discusión de muchas conversaciones, siendo un tema de debate en reuniones y una problemática que se relaciona continuamente con la sostenibilidad de los hábitos personales, sociales y empresariales. Sin embargo, a pesar de los intentos que se hacen para desarrollar un cambio generalizado evidente en mejoras a la situación actual, no se han obtenido los resultados esperados (Bekoum Essokolo & Robinot, 2022). Esta desconexión entre el conocimiento ambiental y los comportamientos sostenibles revela una brecha educativa que necesita ser abordada desde nuevas estrategias pedagógicas (Dong & Huang, 2023; Nusche et al., 2024), capaces de movilizar tanto la conciencia como la acción.

En este contexto, se establece la necesidad de implementar métodos que permitan el desarrollo de conocimientos asociados a los impactos de las actividades humanas en el entorno y que además faciliten el aprendizaje de las acciones consecuentes. Una alternativa prometedora es el uso de “juegos serios”, entendidos como herramientas lúdicas diseñadas con fines educativos. Dimitriadou et al. (2021) destacan su potencial para facilitar la apropiación de conceptos complejos mediante simulaciones que permiten al usuario experimentar, equivocarse y reaprender, promoviendo un aprendizaje activo y significativo (Fernández-Sánchez et al., 2023; Tan & Nurul-Asna, 2023).

Desde esta perspectiva, los juegos serios no solo entretienen, sino que se convierten en medios eficaces para transmitir conocimientos y fomentar conductas responsables con el medio ambiente. Munirrah Razali et al. (2022) argumentan que esta herramienta permite enfrentar dilemas ambientales simulados sin afectar la realidad, promoviendo una toma de decisiones informada, incluso entre usuarios sin experiencia previa. Este enfoque ha despertado el interés de instituciones educativas, sectores productivos y comunidades científicas por igual, al considerarse una vía metodológica con alto potencial transformador (Cely Tovar et al., 2023; Patiño García & Garzón, 2024).

Esta herramienta aplicada al medio ambiente es un mecanismo de experimentación seguro, versátil (Ahmad et al., 2022; Dimitriadou et al., 2021; Roa Bermúdez & Ruiz Chaverra, 2015) e interesante (Tan & Nurul-Asna, 2023), que puede adaptarse a componentes específicos de cada contexto o necesidad; además, ofrece a las partes un espacio en el que existe la negociación, reflexión y el intercambio entre diferentes maneras de pensar (Dehghanzadeh et al., 2024) y que se diseña con reglas, roles y condiciones que le permiten a cualquier actor asumir el papel de los demás, logrando una mayor comprensión de las emociones y razones de otros (Wong & Yunus, 2021).

No obstante, la variedad de categorías de juegos serios disponibles, como los juegos de mesa, videojuegos, juegos de rol, entre otros, pueden ser identificados y categorizados por sus características específicas (Allal-Chérif et al., 2022; Fernández-Sánchez et al., 2023; Tan & Nurul-Asna, 2023), presentando así un desafío metodológico: ¿Cuál de ellos es más eficaz para la enseñanza de temas ambientales? Sin embargo, la amplia variedad de particularidades en los juegos serios convierte la elección de la tipología correcta en un reto, dado que no hay una estandarización que defina, en cuanto a prioridad, cuál proporciona los mejores resultados académicos, dificultando la optimización de los recursos existentes y el logro efectivo de las metas educativas para las que se utilizan (Dehghanzadeh et al., 2024; Fernández-Sánchez et al., 2023; Landers & Sanchez, 2022).

Ante esta necesidad, el uso del proceso de análisis jerárquico AHP (*Analytic Hierarchy Process* - por sus siglas en inglés) surge como una herramienta adecuada para establecer una priorización estructurada de los tipos de juegos serios, considerando variables como diseño, interactividad y objetivos educativos. Según Canco et al. (2021), este enfoque permite tomar

decisiones informadas sobre la selección de juegos según su eficacia educativa, nivel de inmersión, retención del conocimiento y adecuación al público objetivo. Además, evita que las elecciones se basen en preferencias personales, garantizando así mayor objetividad (Hallo & Nguyen, 2021). Este análisis se sustenta en una revisión sistemática de literatura (RSL) que permite identificar con rigor académico las principales características de los juegos serios aplicados a la educación ambiental, consolidando un estado del arte actualizado y confiable (Kraus et al., 2022; Universidad de Navarra, 2024).

Este documento de revisión presenta un proceso de investigación para la clasificación jerárquica de las diferentes tipologías reportadas en la literatura de juegos serios diseñados para la enseñanza de temas ambientales por medio de la AHP, la cual determina las técnicas, dimensiones y elementos más importantes a incorporar en los procesos de diseño de juegos serios con dicho propósito. Por lo anterior, la investigación inicia con la exposición de una RSL en Scopus que permitió identificar los juegos serios enfocados en temas ambientales, con la que se efectuó, luego, un proceso de estructuración multicriterio que da cuenta de los niveles de importancia de cada uno de ellos, hecho que permitió establecer las tendencias, dinámicas más empleadas y pertinentes, así como los temas ambientales en los que más se han efectuado esfuerzos alrededor de ellos.

Se evidencia como resultado de lo anterior, que los juegos de rol son la dinámica de juegos serios más relevante para la enseñanza de temas ambientales, así como también que la gestión del agua y los recursos naturales son los temas sobre los que se ha hecho una mayor aplicación de esta herramienta metodológica; además, se pudo identificar que la modalidad de juego más usada es la individual con un 64,15 % de los resultados, la cual permite evaluar el conocimiento personal y analizar la forma en la que las personas (jugadores) resuelven los problemas y situaciones bajo presión e incertidumbre. Los medios de diseño más concurridos recientemente son los juegos Web y las Aplicaciones con un 35,8 % y 24,5 % respectivamente, hecho que sustenta la razón por la cual los juegos virtuales fueron más aplicados que los presenciales con un 75,47 %, pues ofrecen un mayor alcance para las partes y facilitan su uso como base para otros estudios o entornos que requieran mayor accesibilidad y disponibilidad.

En este contexto, los juegos serios aparecen como instrumentos funcionales para tratar problemáticas vinculadas con la sostenibilidad, fusionando aprendizaje significativo con dinámicas inmersivas que generan cambios en los comportamientos de las personas. Así, el

objetivo no solo es reconocer los tipos de juegos efectivos, como los juegos de rol y los juegos 3D, sino también sugerir un esquema práctico para la aplicación de estrategias educativas enfocadas a la sostenibilidad y el medio ambiente.

### **Metodología**

La metodología del presente trabajo se cimentó en una RSL, la cual es un proceso de estudio de información por medio de la selección de artículos y la evaluación de su calidad para dar respuesta a una necesidad investigativa (Kraus et al., 2022). Una RSL se lleva a cabo en las fases de exploración conceptual y sirve de base para la consecuente categorización de los juegos conforme la AHP, segunda herramienta metodológica que la investigación emplea. Cabe resaltar que el estudio adoptó un enfoque cuantitativo, en tanto que se apoyó en herramientas que permitieron la recolección, organización y análisis de datos de forma estructurada y medible, alineadas con los objetivos del estudio. Es importante mencionar que, aunque existen otras metodologías que permiten la jerarquización de alternativas, tales como el ANP (T. L. Saaty, 2004) o MICMAC (Iqbal et al., 2023), estas trabajan más hacia un enfoque de análisis de sistemas complejos o matriciales, lo cual no cumple con las condiciones específicas de este estudio; así que la metodología AHP es la más adecuada porque permite descomprimir un problema de elección complejo en una jerarquía de criterios y subcriterios, de tal forma que las diferentes alternativas pueden ser claramente comparadas entre sí.

Para la ejecución de la revisión sistemática de literatura (RSL) se diseñó una estrategia de búsqueda orientada a identificar estudios relevantes sobre el uso de juegos serios (*serious games*) en el contexto de la educación ambiental. Se empleó la base de datos Scopus, seleccionando únicamente artículos científicos en inglés y de acceso abierto, con el objetivo de garantizar un mayor nivel de calidad, replicabilidad y confiabilidad en la revisión.

Se incluyeron documentos vinculados con ciencias ambientales en sentido amplio, y se excluyeron aquellos centrados en temas no relacionados con la enseñanza de problemáticas ambientales mediante juegos serios. La ecuación de búsqueda utilizada fue construida a partir del protocolo definido, integrando términos clave relacionados con “serious games” y “environment”, y fue aplicada en abril de 2024. La fórmula de búsqueda exacta se presenta a continuación.

(TITLE-ABS-KEY (serious AND game) AND TITLE-ABS-KEY ( environment\*)) AND PUBYEAR > 2005 AND PUBYEAR < 2024 AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "EART" ) OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "AGRI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENVI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MULT")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English")) AND (LIMIT-TO (OA , "all"))

Por su parte, el método AHP es un proceso de múltiples etapas: 1. Determinación de las ponderaciones para cada criterio, 2. Normalización de los valores en la matriz de decisión y 3. Ejecución del cálculo que iguala las ponderaciones y los valores normalizados. Cada una de ellas compuesta por muchos pasos que producen un valor numérico como elemento de categorización de las alternativas (R. W. Saaty, 1987) y de los cuales vale la pena indicar que la ecuación de normalización (1), empleada en el paso 2 de la AHP:  $Z'_{ij}$  representa el valor de la alternativa  $j$  en relación con el criterio  $i$ ,  $Z_i^{min}$  es el valor mínimo observado para el criterio  $i$ , y  $Z_i^{max}$  es el valor máximo observado para ese mismo criterio, lo que permite escalar los valores dentro de un rango normalizado entre 0 y 1.

$$Z'_{ij} = \frac{Z_{ij} - Z_i^{min}}{Z_i^{max} - Z_i^{min}} \quad (1)$$

Además, que, en el paso 3, la ecuación de calificación definitiva (2) del AHP,  $C_{AHP}(A_j)$  representa la puntuación final de la alternativa  $A_j$ ,  $w_i$  es el peso asignado al criterio  $i$ , y  $Z'_{ij}$  es el valor normalizado de la alternativa  $j$  respecto al criterio  $i$ , sumando los productos ponderados de todos los criterios.

$$C_{AHP}(A_j) = \sum_{i=1}^n w_i Z'_{ij} \quad (2)$$

Finalmente, este estudio se desarrolló bajo principios de integridad académica y ética investigativa. Al tratarse de una investigación documental, no se involucraron seres humanos ni animales, y se garantizaron buenas prácticas en el manejo, citación y análisis de las fuentes bibliográficas.

## **Resultados**

A partir de la ecuación de búsqueda implementada en la base de datos Scopus, se identificaron inicialmente 143 documentos. Estos fueron sometidos a un proceso de selección en función del objetivo específico de esta investigación, excluyendo aquellos estudios centrados en soluciones técnicas específicas a problemáticas ambientales, desarrollo de habilidades sociales no vinculadas con educación ambiental, aplicaciones en medicina, fundamentos generales sobre medio ambiente, y estudios de carácter gubernamental, económico o tecnológico que no hicieran referencia directa al diseño o aplicación pedagógica de juegos serios.

Tras este proceso de depuración, se definió una muestra final compuesta por 53 artículos que cumplieran con los criterios de inclusión. Los documentos descartados no fueron sometidos a revisión detallada debido a que, desde la lectura inicial de títulos y resúmenes, fue evidente su desvinculación con la enseñanza de problemáticas ambientales a través de juegos serios, centrándose en cambio en otras áreas disciplinares como economía ambiental, contaminación del aire o educación en sectores ajenos al interés del estudio.

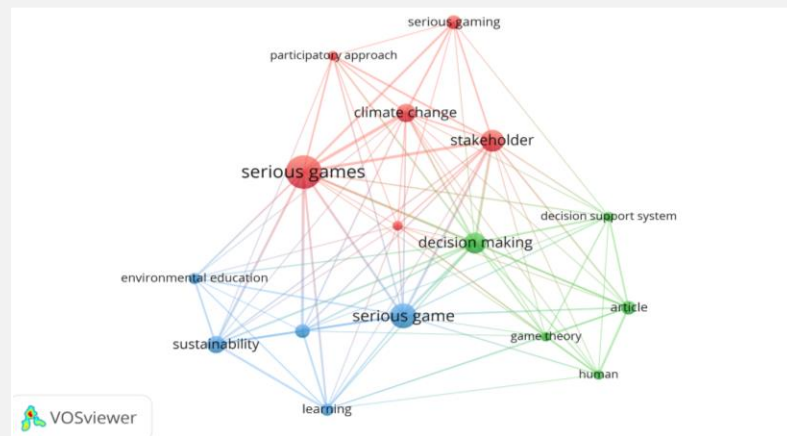
Los resultados fueron analizados en detalle y evaluados en *Tree of Science*, una herramienta gratuita que permite, a través de un algoritmo, identificar la correlación de los resultados y ofrece una clasificación histórica de los iniciales (raíces), los estructurales (tronco) y las investigaciones recientes (ramas), proceso del que se logró determinar la presencia de 20 artículos seminales que al ser los primeros en abordar estas temáticas cimentaron las bases para las siguientes investigaciones. Además, se realizó con ellos un análisis de coocurrencia de palabras clave en *VosViewer*, herramienta igualmente gratuita que correlaciona por medio de palabras clave los temas más mencionados y/o relevantes (Figura 1); con ello se identificó un conglomerado que incluye temáticas como juegos serios para la participación en acciones de gestión del cambio climático por parte de grupos de interés (sean empresas, entes gubernamentales, estudiantes o docentes) (rojo); un conglomerado de ambiente como objeto de juegos serios, logrando que, a través de ellos, las personas, empresas e instituciones puedan aprender sobre cómo aplicar en sus vidas prácticas sostenibles para generar hábitos amigables con el medio ambiente (azul); y, un conglomerado que hace referencia a las metodologías de enseñanza-aprendizaje de las que se



apalancan los juegos serios, lo que configura métodos que, aplicados en el aula, se convierten en tendencia de base para el diseño de juegos (verde).

## Figura 1

*Coocurrencia sobre palabras claves en VosViewer*



*Nota.* Elaboración propia basada en los datos visualizados en VosViewer.

Así, los resultados evidenciaron un centro de interés (juegos serios) a partir de su vínculo con los procesos de decisión, que en varios documentos se presenta como condición central para el desarrollo del juego; también, la importancia de la estructura y modelamiento de cada juego, puesto que de ellos parten las necesidades y el entorno, y cómo el término “sostenibilidad” es el eje articulador para la búsqueda de una posición de responsabilidad en la mejora de la toma de decisiones.

Los resultados fueron además categorizados con el fin de valorar las dimensiones ambientales donde se han obtenido mayores aportes investigativos (Tabla 1), hecho que permitió evidenciar que uno de los enfoques más concurridos (56,6 % de los resultados) es el agua, desde la contaminación de las cuencas hidrológicas, la gestión de recursos hídricos y el tratamiento para su uso.

**Tabla 1**

*Temas de Investigación*

Tema	Cantidad
Agua	17
Gestión de recursos	13
Agropecuaria	7
Educación ambiental	7
Cambio climático	3
Gestión de desastres	3
Sostenibilidad	3

*Nota.* Elaboración propia.

Los juegos analizados se clasificaron también conforme el número de jugadores, encontrando que el 66 % de ellos son juegos individuales mientras los demás incluyen acciones o actividades grupales de diversas cantidades de jugadores. En relación con las técnicas, la mayor cantidad de ellos estuvieron sustentados en aplicaciones web, simulaciones y ejercicios de aplicación, hecho que se respalda con la identificación de que más de un 75 % de ellos son virtuales como puede verse en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Porcentajes de tipos de los juegos encontrados*

Técnicas de aplicación de juegos	% de juegos
Web	35,80 %
Aplicación	24,50 %
Juego de roles	11,30 %
Juego de mesa	7,50 %
Realidad virtual	5,70 %
Juego de campo	3,80 %
Juego de cartas	1,90 %
Juego de culpas	1,90 %
Juego de asignación	1,90 %
Juego 3D	1,90 %
Híbrido	1,90 %
Video juego	1,90 %

*Nota.* Elaboración propia.

Esta información de temáticas, cantidad de jugadores, metodología y demás se usó como elemento de análisis en el AHP, ya que es importante determinar cuáles de estos tipos deberían tener prioridad en la enseñanza en una era digital (Roa Banquez et al., 2021), con actores cuyas prioridades e intereses son diversos y en la que los docentes se cuestionan formas de enseñar sobre los temas relacionados con el medio ambiente, por lo cual el análisis comparativo consideró 6 criterios mostrados en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Descripción de los criterios principales para el AHP*

Criterio	Descripción
1. Literatura	Se tiene en cuenta el porcentaje de aparición de cada alternativa dentro de la RSL.
2. Eficiencia en la Transmisión del Conocimiento	Capacidad del juego para comunicar información de manera efectiva y facilitar el aprendizaje.
3. Interactividad y Participación del Jugador	Nivel de interacción y participación activa del jugador durante el juego.
4. Atractivo y Motivación del Jugador	Capacidad del juego para atraer y mantener la motivación del jugador a lo largo del tiempo.
5. Adaptabilidad y Escalabilidad	Flexibilidad del juego para adaptarse a diferentes niveles de dificultad y posibilidad de expandirse con nuevos contenidos.
6. Accesibilidad y Facilidad de Implementación	Facilidad con la que el juego puede ser accesible a los usuarios y su simplicidad en la instalación y uso.

*Nota.* Elaboración propia con base en Dehghanzadeh et al. (2024), Freire et al. (2023), Onu et al. (2024), Petri et al. (2024).

Estos criterios, fueron comparados para determinar su importancia relativa, ya que las ecuaciones fundamentales del AHP involucran la determinación de los pesos de los criterios, la normalización de las matrices de comparación y el cálculo final de la prioridad de las alternativas (T. L. Saaty, 1984). Además, para ellos se identificaron 16 subcriterios de la literatura con los que se realizó el análisis de las alternativas de juegos que se encuentran en la Tabla 4.

A continuación, se explican los diferentes criterios y subcriterios para determinar la importancia de estos dentro del procesos de análisis, dejando por sentado que están enfocados a la temática de la investigación, es decir la aplicación de juegos serios como mecanismos de enseñanza de la educación ambiental. Los pesos asignados para cada uno de ellos se pueden ver en la Tabla 5, siendo imperante aclarar que dichos pesos fueron tomados y calculados con base en

lo interpretado por expertos y por información científica entre la que se encuentran autores como Teague et al. (2021) y Khoury et al. (2023).

**Tabla 4**

*Criterios y subcriterios para el análisis AHP*

Criterio	Subcriterio	Explicación
1. Literatura	1.1. Aparición en la literatura	Este criterio se toma con base en la Tabla 3, el cual evalúa la aparición de cada tipo de juego dentro de la RSL.
2. Eficiencia en la Transmisión del Conocimiento	2.1. Precisión y profundidad del contenido educativo	Qué tan exacto y detallado es el contenido educativo proporcionado por el juego.
	2.2. Comprensión y retención de la información por los jugadores	Capacidad del juego para ayudar a los jugadores a entender y recordar la información.
3. Interactividad y Participación del Jugador	3.1. Nivel de participación	Grado en el que los jugadores están involucrados activamente en el juego.
	3.2. Feedback en tiempo real	Capacidad del juego para proporcionar retroalimentación inmediata a los jugadores.
	3.3. Variedad de acciones disponibles para el jugador	Diversidad de opciones y decisiones que los jugadores pueden tomar durante el juego.
4. Atractivo y Motivación del Jugador	4.1. Diseño visual y gráfico	Estética y calidad visual del juego que atraen y motivan a los jugadores.
	4.2. Mecánicas de juego	Aspectos del juego que hacen que jugar sea interesante y divertido.
	4.3. Capacidad para mantener el interés en el tiempo	Habilidad del juego para mantener a los jugadores interesados a largo plazo.
5. Adaptabilidad y Escalabilidad	5.1. Flexibilidad en los niveles de dificultad	Capacidad del juego para ajustar la dificultad según el nivel del jugador.
	5.2. Opciones para personalizar el contenido	Posibilidad de adaptar el contenido del juego a las preferencias del jugador.
	5.3. Posibilidad de expansión o adaptación	Capacidad del juego para ser modificado o expandido con nuevos contenidos o funciones.
6. Accesibilidad y Facilidad de Implementación	6.1. Requerimientos técnicos	Nivel de hardware y software necesario para ejecutar el juego.
	6.2. Facilidad de instalación	Simplicidad y rapidez con la que el juego puede ser instalado.
	6.3. Costo de desarrollo	Cantidad de recursos financieros necesarios para crear el juego.
	6.4. Costo de mantenimiento	Gastos recurrentes asociados con la actualización y mantenimiento del juego.

*Nota.* Elaboración propia con base en Dehghanzadeh et al. (2024), Freire et al. (2023), Onu et al. (2024), Petri et al. (2024).

Para la asignación de los valores de importancia, a cada uno de los tipos de juego, respecto a cada uno de los subcriterios, se utilizó una escala likert de 1 a 5, en donde 1 es por “poco

importante” o “poco relevante”, y 5 es “muy importante” o “muy relevante”. Esta escala, de acuerdo con Jebb et al. (2021), sirve para evaluar cuando se tiene una gama diversa de opciones; aunque para los criterios que denotan condiciones negativas o que requieren una evaluación diferente, se empleó una escala inversa donde 5 fue “muy costoso” o “muy difícil de implementar”, hecho que se aplicó para los criterios: requerimientos técnicos, costo de desarrollo y costo de mantenimiento.

**Tabla 5**

*Matriz de pagos para el proceso de AHP con valores definidos*

Peso	8%	18%		23%			18%			10%			22%			
<i>Criterios nivel Superior</i>	1. Literatura	2. Eficiencia en la Transmisión del conocimiento		3. Interactividad y Participación del Jugador			4. Atractivo y Motivación del Jugador			5. Adaptabilidad y Escalabilidad			6. Accesibilidad y Facilidad de Implementación			
<i>Peso</i>	100%	33%	67%	52,4%	30,4%	17,2%	20,0%	20,0%	60,0%	26,1%	32,8%	41,1%	11%	17%	44%	28%
Web	5	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	5	4	3
Aplicación	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	3	4	3	3
Juego de roles	2	5	5	5	4	5	3	5	5	5	5	5	3	5	5	5
Juego de mesa	1	4	4	4	3	4	2	3	4	2	2	2	5	5	5	5
Realidad virtual	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	4	2	2	1	2
Juego de campo	1	4	5	5	3	4	1	4	3	3	3	4	5	4	4	5
Juego de cartas	1	3	3	3	2	3	2	3	3	2	1	2	5	5	5	5
Juego de culpas	1	4	4	4	3	4	4	3	2	4	2	4	5	5	4	5
Juego de asignación	1	4	4	4	3	4	2	4	4	4	3	4	5	4	4	5
Juego 3D	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	1	3	2	2
Híbrido	1	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	3	3	3	3
Videojuego	1	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	3	2	3

*Nota.* Elaboración propia.

La matriz de pagos del AHP (Tabla 5) evidencia los resultados del proceso planteado, los cuales, a partir de la metodología planteada por T. L. Saaty (1984), se normalizaron para trabajar en unidades estándar y posteriormente poder realizar la ponderación que determina su jerarquización. Todo este análisis da como resultado el orden de importancia de aplicación sugerido por el método, siendo el número 1 el ideal para este tipo de temáticas y los objetivos descritos que pueden verse en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Ranking de los tipos de juego de acuerdo con el análisis AHP*

Técnicas de aplicación de juegos	Puntaje	Ranking
Juego de roles	12,97	1
Juego 3D	9,92	2
Híbrido	9,57	3
Videojuego	9,38	4
Realidad virtual	9,35	5
Aplicación	9,21	6
Juego de campo	8,24	7
Juego de asignación	7,43	8
Web	7,07	9
Juego de mesa	6,91	10
Juego de culpas	6,38	11
Juego de cartas	3,56	12

*Nota.* Elaboración propia.

El análisis de los resultados del proceso de AHP sobre las técnicas de aplicación de juegos educativos muestra una clara diferenciación en la efectividad percibida de cada tipo de juego. En primer lugar, se encuentra el juego de roles que cuenta con una alta capacidad para involucrar a los participantes, ofrecer opciones flexibles y mantener el interés a largo plazo, lo que le hace perfecto para un entorno educativo que valora la interacción y la inmersión, garantizando así una retención de la información y promoviendo el conocimiento en el área. En segundo lugar, los juegos 3D adicionan una experiencia visual, de inmersión y con dinámicas atractivas para los participantes, manteniendo el interés de los mismos a lo largo del tiempo; este tipo de juegos gracias a su flexibilidad permiten personalizar los requerimientos, pero requieren de una inversión

de desarrollo alta lo que dificulta su aplicabilidad en algunos contextos; seguidamente, los juegos híbridos (que combinan diferentes características o elementos de otros tipos de juego) son de fácil adaptabilidad y expansión duradera, pero al tomar características de sus homólogos copian características que bajan su calidad o disminuyen su perfecto desarrollo. En contraparte, y al fondo de la tabla, se encuentran los juegos de mesa, de culpas y de cartas, en las posiciones 10, 11 y 12 respectivamente, siendo los menos ideales para alcanzar los objetivos referentes a la educación ambiental y aplicabilidad del conocimiento. Aunque estos juegos son de bajo costo, tanto en el ámbito de desarrollo como de mantenimiento, y son aplicables a contextos donde las condiciones así lo permiten, pierden flexibilidad y generan poco interés en los participantes por la capacidad de predecir las jugadas futuras.

## Discusión

Los juegos vinculantes con la contaminación del agua (Khoury et al., 2023) están enfocados en el análisis de los niveles de contaminación de las cuencas hidrológicas, considerando su composición río abajo y río arriba, hecho que puso de manifiesto la identificación de los factores contaminantes y acciones de mitigación con las cuales el jugador pudiera analizar y proponer estrategias para mitigar los impactos (Lu et al., 2022; Van Beek et al., 2022). Así, la contaminación se expone en casos puntuales como cuencas hidrológicas o centros de captación de agua superficial (Hernández-Mesa, 2022), por medio de simulaciones virtuales para asociar la interrelación entre el agua y diversos factores propios de las comunidades circundantes, de modo que permite conocer elementos de gestión para simplificar las decisiones (Den Haan et al., 2020; Khoury et al., 2023; Xu et al., 2020). Esta forma de abordar la gestión del recurso, pone de manifiesto el énfasis en enseñar sobre el uso adecuado y la maximización del potencial del líquido en distintos escenarios, recordando a los jugadores el papel del agua como un recurso finito y necesario (Akhtar et al., 2020; Evans et al., 2023; Fielmua et al., 2014; Steenbeek et al., 2021) pero favorecer la inclusión de elementos como la amenaza, vulnerabilidad y riesgo (Hoyos Miranda & Coronel Gonzales, 2018) las cuales a su vez se entregan como conocimiento por medio de la estrategia de juego (Khoury et al., 2018; Sermet et al., 2020; Teague et al., 2021).



Históricamente la gestión de recursos hídricos se ha abordado en este campo, desde una posición que indica cómo ello afecta la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras de humanos y animales (Holguín Aguirre & Sánchez Muñoz, 2015); por ejemplo, Klimas y Czakon (2022) y Amadori (2024) incluyeron especies en juegos de interacción sobre ecosistemas como ejemplo de sostenibilidad y equilibrio (Clayborn & Delamarre, 2019; Thomas-Walters & Veríssimo, 2022); Saqib et al. (2023), por su lado, se enfocó en estimular la conciencia sobre el impacto del consumo de energía en los hogares para minimizar la huella de carbono (Gangoells et al, 2020; Lehmann et al., 2021; Zhao & Zhang, 2018). Y Vicens Batet y Oms Llobet (2001) promovieron en el juego la conservación de los fósiles a partir de la importancia de recuperar la información que conllevan (Martindale & Weiss, 2020).

Sin embargo, algunas intervenciones identificadas en menor proporción corresponden al uso del juego como apoyo educativo, mediante el desarrollo de herramientas que facilitan la retroalimentación y el aprendizaje en el aula (Rodela et al., 2019). También, se evidencian propuestas que emplean la simulación para que actores sociales y entes gubernamentales modelen escenarios orientados a seleccionar medidas que reduzcan los impactos ambientales y optimicen el uso de los recursos públicos en los proyectos (Ghodsvali et al., 2023; Susnik et al., 2018). Otras experiencias se enfocan en el manejo de residuos (Sedano Avila, 2019), ofreciendo simulaciones dirigidas principalmente a la reducción de la contaminación por plástico y a la toma de decisiones respecto a vertederos, políticas ambientales y concienciación individual (Bekoum Essokolo & Robinot, 2022; Salim et al., 2021). Finalmente, se hallaron algunas intervenciones sobre la disposición de la madera y el uso del espacio (Desai, 2020), orientadas a sensibilizar acerca de la legalidad y necesidad de determinadas prácticas (Liu & Pang, 2024).

La recurrencia investigativa del agua se sustenta en que es un elemento sensible y directo para todas las personas y seres vivos, siendo parte fundamental y necesaria para la supervivencia, pero, a la vez, un recurso altamente contaminado (Amado Colmenares, 2019; Escolano Perona, 2023). La gestión de recursos aparece a partir de la necesidad de disminuir los impactos del cambio climático (Flores Sangama, 2022), hecho que pone de manifiesto la importancia de reconocerlos como ejercicio de referencia para incentivar la conciencia sobre el cuidado y uso responsable de los recursos en espacios educativos.

Sobre actividades agropecuarias, Álvarez García y Varona Moreno (2019) hallaron juegos en escenarios como granjas y cultivos, muchos de los cuales se propiciaron para evaluar la implementación de prácticas agroecológicas y su impacto en la sostenibilidad (Jouan et al., 2021; Perrin et al., 2022), y de ellos, la calidad del suelo fue preponderante al establecer argumentos de responsabilidad social en el uso de pesticidas (Neset et al., 2019; Ornetsmüller et al., 2018). En ganadería (Durán-López et al., 2019) se le relacionó con la generación de gases de efecto invernadero, la erosión de la tierra y su impacto en la salud actual y futura de la población (Sylvain et al., 2023).

Los juegos para la educación ambiental (Alvear-Narváez & Urbano-Pardo, 2022) en el aula (Su, 2018), fuera de ella (Gao et al., 2021; Martindale et al., 2023; Sajjadi et al., 2022), en contextos sociales (Sajjadi et al., 2022; Van Beek et al., 2022) o para temas específicos como el cambio empleaban dinámicas como los juegos de mesa, de modo que la realimentación se efectuara tanto a las acciones evadidas o no realizadas como a aquellas efectivamente emprendidas (Blackett et al., 2022; Ouariachi et al., 2018; Wang et al., 2021).

La gestión de desastres (Hanco Quispe et al., 2023) incluyó ejercicios sobre la anticipación de riesgos, la agilidad y rapidez de respuesta (Tomaszewski et al., 2020), muy favorables desde la evaluación por medio de modelos de realidad virtual (Wang et al., 2014); y la sostenibilidad (Gallardo Hernández, 2017) se vinculó con aplicaciones sobre el reconocimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en las actividades del día a día (Saitua-Iribar et al., 2020; Su & Cheng, 2019).

Los juegos individuales y virtuales ofrecen a los jugadores la posibilidad de adquirir y consolidar conceptos, identificar vacíos en su conocimiento y enfrentar situaciones que fortalecen su capacidad de tomar decisiones de manera autónoma (Allal-Chérif et al., 2022), lo cual, desde el punto de vista educativo, permite reconocer los niveles de aprendizaje del estudiante (Sermet et al., 2020). Estos, favorecen que las personas interioricen la necesidad de capacitación y de desarrollar habilidades que le permitan ofrecer soluciones oportunas e idóneas a situaciones de riesgo o estrés, pero se efectúan por lo regular en escenarios en donde las posibilidades de debatir y consultar no tienen cabida (Allal-Chérif et al., 2022). Por su parte, los juegos grupales y presenciales les permiten a los jugadores el desarrollo de habilidades blandas, permitiendo que evalúen las decisiones desde diferentes perspectivas, y disponen condiciones óptimas para la

conexión y la interacción de participantes, generando sinergia y debates. En ellos, se presentan múltiples dificultades, porque la información se encuentra limitada a los titulares del juego, y el tiempo para su desarrollo efectivo es importante y varía según la complejidad; sin embargo el desarrollo puede ser prolongado, debido a los debates y la misma interacción de los participantes (Den Haan et al., 2020; Lairez et al., 2020).

Los juegos de rol apuntan al ser la mejor alternativa para educar sobre temas vinculantes con el medio ambiente, ya que, como lo plantean Yuan et al. (2021), pueden tener una mayor flexibilidad e interés a largo plazo, especialmente con el uso de dispositivos tecnológicos de fácil acceso, tales como tabletas o celulares, los cuales, según lo investigado por Palacios Moya et al. (2021) desfavorece la percepción de padres de familia o educadores. Adicional, Lee et al. (2021) sugieren que con los juegos de rol se debería tener un cuidado especial debido a que por su capacidad de mantener el interés de los participantes a largo plazo aumentan la probabilidad de adicción, especialmente en jóvenes que no cuentan con el acompañamiento necesario en su interacción.

Respecto a los juegos 3D, su principal ventaja se centra en la inmersión; de hecho, Pellas et al. (2021) plantean que los juegos 3D, al permitir sumergirse en los diferentes escenarios y dificultades, llevan al jugador a tener una experiencia más real. Pero, en la misma línea de los juegos de rol, aumenta la probabilidad de generar adicciones a largo plazo como respuesta a la inmersión en una vida digital (Lee et al., 2021). Ahora bien, la mayor dificultad frente a los juegos 3D son los altos costos de desarrollo, aunque autores como Allal-Chérif et al. (2022) y Marks y Thomas (2022) sustentan que el costo de inversión y desarrollo es justificable con los beneficios que se pueden tener frente al impacto educacional que generan.

Por otra parte, los juegos de mesa, de culpas y de cartas, pierden beneficios al contar con una dificultad estándar para todas las rondas de juego, no ser flexibles frente a la posibilidad de jugarlos, incluir elementos gráficos que no siempre son estéticos y generar una rápida pérdida de interés por parte de los participantes (Wong & Yunus, 2021). En contra peso a estas ideas, los juegos de mesa son una excelente opción bajo situaciones en las que los niños y adolescentes se encuentran en situaciones de vulnerabilidad, donde las condiciones económicas, sociales, geográficas y tecnológicas no permiten que tengan un desarrollo cognitivo y por consiguiente educativo, y, bajo los estándares mínimos requeridos por las organizaciones a nivel internacional

(Chen et al., 2021), reducen el riesgo de la exclusión social por desigualdad en las condiciones, en este caso enfocadas a la educación ambiental (Vita-Barrull et al., 2022).

Los juegos serios presentan importantes beneficios para la enseñanza de la educación ambiental en sus diferentes ámbitos (agua, suelos, agropecuario, sostenibilidad, etc.), permitiendo abordar conceptos de una manera diferente que desde la gamificación se ha estado estudiando desde hace algunos años (Khoury et al., 2023; Teague et al., 2021). En oposición a esta idea Dehghanzadeh et al. (2024), Freire et al. (2023) y Vita-Barrull et al. (2022) plantean que el panorama puede ser desalentador cuando se miran todos los aspectos que integran los juegos serios, dado que algunas consideraciones, tales como la sobre simplificación de temas en términos de reducción de la complejidad y visión parcializada de quien dirige o crea el juego; desconexión de la realidad con experiencias artificiales o falta de consecuencias por los impactos generados; y principalmente la desigualdad en el acceso por las brechas económicas y tecnológicas, pueden llevar a no cumplir todos los objetivos que se busquen alcanzar con dicha técnica.

Finalmente, y en contraposición a estudios anteriores que se enfocan en valorar atributos individuales de determinados juegos, este estudio ofrece una visión holística que facilita reconocer las virtudes, los defectos, su utilidad práctica en diversos entornos educativos. Además, este análisis trata las restricciones de los juegos serios mencionadas en la literatura, tales como la ruptura con la realidad y las desigualdades económicas, proponiendo sugerencias concretas para su reducción. Así, se crea una base firme para mejorar el diseño y empleabilidad de estas herramientas educativas, promoviendo una educación ambiental más inclusiva, eficaz y ajustada a los desafíos globales.

## Conclusiones

Este estudio reafirma el potencial de los juegos serios como herramientas educativas eficaces para promover comportamientos ambientalmente responsables. Su valor radica en su capacidad para trascender lo lúdico y facilitar el aprendizaje significativo mediante la inmersión, la experimentación y la toma de decisiones simuladas.

Los juegos de rol se posicionan como la tipología más efectiva por su capacidad de fomentar la interacción social, el pensamiento crítico y la empatía en contextos educativos

experienciales. Por su parte, los juegos 3D, aunque limitados por sus altos costos y requerimientos tecnológicos, ofrecen una experiencia altamente inmersiva. Se recomienda promover modelos de financiación compartida (instituciones, Estado y sector tecnológico) y vincularlos con tecnologías como la realidad aumentada para ampliar su alcance educativo.

Los juegos híbridos muestran gran potencial si su diseño es riguroso y centrado en el usuario. Se sugiere validar su eficacia mediante pruebas piloto con estudiantes antes de su implementación. En contraste, los juegos de mesa y cartas, aunque menos efectivos en términos de adaptabilidad e inmersión, pueden ser valiosos en contextos con recursos limitados. Para aumentar su impacto, es recomendable integrarlos con estrategias narrativas e interactivas que refuercen su contenido educativo.

Desde el punto de vista metodológico, se destaca la utilidad del proceso de análisis jerárquico (AHP) para priorizar tipologías de juegos según su efectividad pedagógica. No obstante, se enfatiza la necesidad de normalizar los criterios de evaluación y fomentar su replicabilidad, lo que permitiría ofrecer directrices más precisas a diseñadores y docentes.

Finalmente, se sugiere que futuras investigaciones integren variables sociales, económicas y geográficas, así como el potencial de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, para el desarrollo de juegos serios más accesibles, escalables y alineados con las metas de educación ambiental global.

## Referencias

- Ahmad, S., Umirzakova, S., Jamil, F., & Whangbo, T. K. (2022). Internet-of-things-enabled serious games: A comprehensive survey [Juegos serios basados en el Internet de las cosas: un estudio exhaustivo]. *Future Generation Computer Systems*, 136, 67-83. <https://doi.org/10.1016/j.future.2022.05.026>
- Akhtar, M. K., De La Chevrotière, C., Tanzeeba, S., Tang, T., & Grover, P. (2020). A serious gaming tool: Bow River Sim for communicating integrated water resources management [Una herramienta de juego seria: Bow River Sim para comunicar la gestión integrada de los recursos hídricos]. *Journal of Hydroinformatics*, 22(3), 491-509. <https://doi.org/10.2166/hydro.2020.089>

- Allal-Chérif, O., Lombardo, E., & Jaotombo, F. (2022). Serious games for managers: Creating cognitive, financial, technological, social, and emotional value in in-service training [Juegos serios para directivos: creación de valor cognitivo, financiero, tecnológico, social y emocional en la formación en servicio]. *Journal of Business Research*, 146, 166-175. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.03.083>
- Álvarez García, A., & Varona Moreno, L. M. (2019). Formación inicial-educación agropecuaria: una relación necesaria en los contextos actuales de actuación del profesional de pedagogía psicología. *Revista Atlante. Cuadernos de Educación y Desarrollo*. <https://www.eumed.net/rev/atlante/2019/01/educacion-agropecuaria.html>
- Alvear-Narváez, N. L., & Urbano-Pardo, M. L. (2022). educación ambiental en Colombia desde los instrumentos de política pública departamental. *Entramado*, 18(1), Artículo e-8029. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.8029>
- Amado Colmenares, C. E. (2019). *Percepción del uso del agua y educación ambiental en los alumnos de enseñanza media de la comuna de Pica, Región de Tarapacá, Chile* [Tesis de maestría, Universidad de Chile]. Repositorio digital institucional. <https://mgpa.forestaluchile.cl/Tesis/Amado%20Cynthia.pdf>
- Amadori, G. (2024). Gaming for Ecological Activism: A Multidimensional Model for Networks Articulated Through Video Games [Videojuegos para el activismo ecológico: un modelo multidimensional de redes articuladas a través de videojuegos]. *Games and Culture*, 19(5), 551-570. <https://doi.org/10.1177/15554120231170141>
- Bekoum Essokolo, V. L., & Robinot, E. (2022). «Let's Go Deep into the Game to Save Our Planet!» How an Immersive and Educational Video Game Reduces Psychological Distance and Raises Awareness [«¡Adentrémonos en el juego para salvar nuestro planeta!» Cómo un videojuego inmersivo y educativo reduce la distancia psicológica y crea conciencia]. *Sustainability*, 14(10), Article 5774. <https://doi.org/10.3390/su14105774>
- Blackett, P., FitzHerbert, S., Luttrell, J., Hopmans, T., Lawrence, H., & Colliar, J. (2022). Maraepoly: supporting localised Māori climate adaptation decisions with serious games in Aotearoa New Zealand [Marae-opoly: apoyando decisiones locales de adaptación climática maorí con juegos serios en Aotearoa, Nueva Zelanda]. *Sustainability Science*, 17(2), 415-431. <https://doi.org/10.1007/s11625-021-00998-9>

- Canco, I., Kruja, D., & Iancu, T. (2021). AHP, a Reliable Method for Quality Decision Making: A Case Study in Business [AHP, un método confiable para la toma de decisiones de calidad: un estudio de caso en los Negocios]. *Sustainability*, 13(24), Article 13932. <https://doi.org/10.3390/su132413932>
- Cely Tovar, A. M., Vargas Sánchez, A. D., & Pedraza Córdoba, J. del P. (2023, septiembre-diciembre). Prácticas y desafíos de la educación para la ciudadanía global: una revisión de literatura. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (70), 297-332. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n70a11>
- Chen, S.-Y., Tsai, J.-C., Liu, S.-Y., & Chang, C.-Y. (2021). The effect of a scientific board game on improving creative problem solving skills [El efecto de un juego de mesa científico en la mejora de las habilidades de resolución creativa de problemas]. *Thinking Skills and Creativity*, 41, Article 100921. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100921>
- Clayborn, J., & Delamarre, A. (2019). Living room conservation: A virtual way to engage participants in insect conservation [Conservación en la sala de estar: una forma virtual de involucrar a los participantes en la conservación de insectos]. *Rethinking Ecology*, 4, 31-43. <https://doi.org/10.3897/rethinkingecology.4.32763>
- Dehghanzadeh, H., Farrokhnia, M., Dehghanzadeh, H., Taghipour, K., & Noroozi, O. (2024). Using gamification to support learning in K-12 education: A systematic literature review [Uso de la gamificación para apoyar el aprendizaje en la educación K-12: una revisión sistemática de la literatura]. *British Journal of Educational Technology*, 55(1), 34-70. <https://doi.org/10.1111/bjet.13335>
- Den Haan, R. J., van der Voort, M. C., Baart, F., Berends, K. D., van den Berg, M. C., Straatsma, M. W., Geenen, A. J. P., & Hulscher, S. J. M. H. (2020). The Virtual River Game: Gaming using models to collaboratively explore river management complexity [El juego del río virtual: un juego que utiliza modelos para explorar de forma colaborativa la complejidad de la gestión de los ríos]. *Environmental Modelling and Software*, 134, Article 104855. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2020.104855>
- Desai, R. (2020). Introduction: International economic governance in a multipolar world [Introducción: Gobernanza económica internacional en un mundo multipolar]. *The*

- Japanese Political Economy*, 46(2–3), 95-101.  
<https://doi.org/10.1080/2329194X.2020.1841567>
- Dimitriadou, A., Djafarova, N., Turetken, O., Verkuyl, M., & Ferworn, A. (2021). Challenges in Serious Game Design and Development: Educators' Experiences [Desafíos en el diseño y desarrollo de juegos serios: experiencias de educadores]. *Simulation & Gaming*, 52(2), 132-152. <https://doi.org/10.1177/1046878120944197>
- Dong, L., & Huang, Z. (2023). Some evidence and new insights for feedback loops of human-nature interactions from a holistic Earth perspective [Algunas evidencias y nuevos conocimientos sobre los ciclos de retroalimentación de las interacciones entre los seres humanos y la naturaleza desde una perspectiva holística de la Tierra]. *Journal of Cleaner Production*, 432, Article 139667. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139667>
- Durán-López, C., Ochoa-Hernández, J. L., & Barceló-Valenzuela, M. (2019) Planeación de una Metodología para la Implementación de Estrategias Ganaderas. *Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora*, 1, 197-200. [https://irsitio.com/refbase/documentos/402\\_DuranLopez\\_etal2019.pdf](https://irsitio.com/refbase/documentos/402_DuranLopez_etal2019.pdf)
- Escolano Perona, P. T. (2023). *Contribución a la enseñanza de las ciencias experimentales por indagación en la etapa infantil. El agua* [Trabajo de grado de pregrado, Universidad de Alicante]. Repositorio digital institucional. <http://hdl.handle.net/10045/135275>
- Evans, B., Khoury, M., Vamvakeridou-Lyroudia, L., Chen, O., Mustafee, N., Chen, A. S., Djordjevic, S., & Savic, D. (2023). A modelling testbed to demonstrate the circular economy of water [Un banco de pruebas de modelización para demostrar la economía circular del agua]. *Journal of Cleaner Production*, 405, Article 137018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137018>
- Fernández-Sánchez, M. R., González-Fernández, A., & Acevedo-Borrega, J. (2023). Conceptual Approach to the Pedagogy of Serious Games [Aproximación conceptual a la pedagogía de los juegos serios]. *Information*, 14(2), Article 132. <https://doi.org/10.3390/info14020132>
- Fielmua, N., Bandie, R. D. B., & Ziemah, M. K. (2014). Managing pastoralism and water rights in the upper west region of Ghana: A blame game among actors [Gestión del pastoreo y los derechos al agua en la región del Alto Oeste de Ghana: un juego de culpas entre actores]. *Journal of Sustainable Development*, 7(1). <https://doi.org/10.5539/jsd.v7n1p72>



- Flores Sangama, Y. M. (2022). *Las Regulaciones Legales como Mecanismo en la Gestión de Recursos Naturales en la Cuenca de Padre Abad-2020* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio digital institucional. <https://apirepositorio.unu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8c93c162-2afb-455d-8e24-666b61a8ae5b/content>
- Freire, M., Serrano-Laguna, Á., Manero Iglesias, B., Martínez-Ortiz, I., Moreno-Ger, P., & Fernández-Manjón, B. (2023). Game Learning Analytics: Learning Analytics for Serious Games [Análisis del aprendizaje de juegos: análisis del aprendizaje para juegos serios]. In J. M. Spector, B. B. Lockee, & M. D. Childress (Eds.), *Learning, Design, and Technology* (pp. 3475-3502). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-17461-7\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-319-17461-7_21)
- Gallardo Hernández, L. F. (2017). Hacia una ciudad sostenible. *Revista Arte & Diseño*, 15(02), 24-31. <http://ojs.uac.edu.co/index.php/arte-diseno/article/download/1158/2310>
- Gangoellés, M., Casals, M., Forcada, N., & Macarulla, M. (2020). Life cycle analysis of a game-based solution for domestic energy saving [Análisis del ciclo de vida de una solución basada en juegos para el ahorro energético doméstico]. *Sustainability*, 12(17), Article 6699. <https://doi.org/10.3390/SU12176699>
- Gao, W., Guo, Y., & Jiang, F. (2021). Playing for a resilient future: A serious game designed to explore and understand the complexity of the interaction among climate change, disaster risk and urban development [Jugando por un futuro resiliente: un juego serio diseñado para explorar y comprender la complejidad de la interacción entre el cambio climático, el riesgo de desastres y el desarrollo urbano]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17), Article 8949. <https://doi.org/10.3390/ijerph18178949>
- Ghodsvali, M., Dane, G., & de Vries, B. (2023). An integrated decision support system for the urban food-water-energy nexus: Methodology, modification, and model formulation [Un sistema integrado de apoyo a la toma de decisiones para el nexo urbano entre alimentos, agua y energía: metodología, modificación y formulación de modelos]. *Computers, Environment and Urban Systems*, 100, Article 101940. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2023.101940>

- Hallo, L., & Nguyen, T. (2021). Holistic View of Intuition and Analysis in Leadership Decision-Making and Problem-Solving [Visión holística de la intuición y el análisis en la toma de decisiones de liderazgo y la resolución de problemas]. *Administrative Sciences*, 12(1), Article 4. <https://doi.org/10.3390/admsci12010004>
- Hanco Quispe, J. K., Borda Colque, J. P., Ticona Salluca, H., Alemán Gonzales, L., Jihuallanca Coa, Y. L., Herrera Urriaga, A. P., Torres-Cruz, E., & Tumi Figueroa, E. N. (2023). Gestión de desastres naturales con tecnología blockchain. En *Economía Ecológica, territorio e desarrollo sustentável: perspectivas e desafios* (Vol. 2, pp. 48-62). Editora Científica Digital. <https://doi.org/10.37885/230312359>
- Hernández-Mesa, E. D. (2022). *Protocolos de modelización para cuencas rurales* [Tesis de maestría, Universidad Santo Tomás]. Repositorio digital institucional. <http://hdl.handle.net/11634/42724>
- Holguín Aguirre, M. T., & Sánchez Muñoz, M. (2015). La gestión integrada de los recursos naturales, agua y suelo, como estrategia para mitigar el impacto del cambio climático. *Mundo Siglo XXI*, 10(36), 41-54. <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/6996/1/REXTN-MS36-04-Holguin.pdf>
- Hoyos Miranda, D. F., & Coronel Gonzales, S. K. (2018). *Evaluación de la calidad de los bosques de ribera de la microcuenca del río Mariño de la Provincia de Abancay–Apurímac, 2017* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de los Ángeles]. Repositorio digital institucional. <https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/148/1/Tesis%20evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20calidad%20de%20los%20bosques%20de%20ribera%20de%20microcuenca%20del%20r%C3%B3%20Mari%C3%B1o.pdf>
- Iqbal, M., Ma, J., Ahmad, N., Ullah, Z., & Hassan, A. (2023). Energy-Efficient supply chains in construction industry: An analysis of critical success factors using ISM-MICMAC approach [Cadenas de suministro energéticamente eficientes en la industria de la construcción: un análisis de los factores críticos de éxito utilizando el enfoque ISM-MICMAC]. *International Journal of Green Energy*, 20(3), 265-283. <https://doi.org/10.1080/15435075.2022.2038609>

- Jebb, A. T., Ng, V., & Tay, L. (2021). A Review of Key Likert Scale Development Advances: 1995–2019 [Una revisión de los avances clave en el desarrollo de la escala Likert: 1995-2019]. *Frontiers in Psychology, 12*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.637547>
- Jouan, J., Carof, M., Baccar, R., Bareille, N., Bastian, S., Brogna, D., Burgio, G., Couvreur, S., Cupiał, M., Dufrière, M., Dumont, B., Gontier, P., Jacquot, A. L., Kański, J., Magagnoli, S., Makulska, J., Pérès, G., Ridier, A., Salou, T., ... Godinot, O. (2021). SEGAE: An online serious game to learn agroecology [SEGAE: Un juego serio online para aprender agroecología]. *Agricultural Systems, 191*, Article 103145. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103145>
- Khoury, M., Evans, B., Chen, O., Chen, A. S., Vamvakeridou-Lyroudia, L., Savic, D. A., Djordjevic, S., Bouziotas, D., Makropoulos, C., & Mustafee, N. (2023). NEXTGEN: A serious game showcasing circular economy in the urban water cycle [NEXTGEN: Un juego serio que muestra la economía circular en el ciclo urbano del agua]. *Journal of Cleaner Production, 391*, Article 136000. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136000>
- Khoury, M., Gibson, M. J., Savic, D., Chen, A. S., Vamvakeridou-Lyroudia, L., Langford, H., & Wigley, S. (2018). A serious game designed to explore and understand the complexities of flood mitigation options in Urban-Rural Catchments [Un juego serio diseñado para explorar y comprender las complejidades de las opciones de mitigación de inundaciones en cuencas urbanas y rurales]. *Water, 10*(12), Article 1885. <https://doi.org/10.3390/w10121885>
- Klimas, P., & Czakon, W. (2022). Gaming innovation ecosystem: actors, roles and co-innovation processes [Ecosistema de innovación en juegos: actores, roles y procesos de co-innovación]. *Review of Managerial Science, 16*(7), 2213-2259. <https://doi.org/10.1007/s11846-022-00518-8>
- Kraus, S., Breier, M., Lim, W. M., Dabić, M., Kumar, S., Kanbach, D., Mukherjee, D., Corvello, V., Piñeiro-Chousa, J., Liguori, E., Palacios-Marqués, D., Schiavone, F., Ferraris, A., Fernandes, C., & Ferreira, J. J. (2022). Literature reviews as independent studies: guidelines for academic practice [Revisiones de literatura como estudios independientes: pautas para la práctica académica]. *Review of Managerial Science, 16*(8), 2577-2595. <https://doi.org/10.1007/s11846-022-00588-8>

- Lairez, J., Lopez-Ridaura, S., Jourdain, D., Falconnier, G. N., Lienhard, P., Striffler, B., Syfongxay, C., & Affholder, F. (2020). Context matters: Agronomic field monitoring and participatory research to identify criteria of farming system sustainability in South-East Asia [El contexto importa: Monitoreo agronómico de campo e investigación participativa para identificar criterios de sostenibilidad de los sistemas agrícolas en el Sudeste Asiático]. *Agricultural Systems*, 182, Article 102830. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102830>
- Landers, R. N., & Sanchez, D. R. (2022). Game-based, gamified, and gamefully designed assessments for employee selection: Definitions, distinctions, design, and validation [Evaluaciones basadas en juegos, gamificadas y diseñadas con juegos para la selección de empleados: definiciones, distinciones, diseño y validación]. *International Journal of Selection and Assessment*, 30(1), 1-13. <https://doi.org/10.1111/ijsa.12376>
- Lee, Z. W. Y., Cheung, C. M. K., & Chan, T. K. H. (2021). Understanding massively multiplayer online role-playing game addiction: A hedonic management perspective [Comprender la adicción a los juegos de rol multijugador masivos en línea: una perspectiva de gestión hedónica]. *Information Systems Journal*, 31(1), 33-61. <https://doi.org/10.1111/isj.12292>
- Lehmann, P., Ammermann, K., Gawel, E., Geiger, C., Hauck, J., Heilmann, J., Meier, J. N., Ponitka, J., Schicketanz, S., Stemmer, B., Tafarte, P., Thrän, D., & Wolfram, E. (2021). Managing spatial sustainability trade-offs: The case of wind power [Gestión de las compensaciones en materia de sostenibilidad espacial: el caso de la energía eólica]. *Ecological Economics*, 185, Article 107029. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107029>
- Liu, K., & Pang, Z. (2024). Environmental law impact on sustainable urban energy systems: Policy innovations and decision making [El impacto del derecho ambiental en los sistemas energéticos urbanos sostenibles: innovaciones políticas y toma de decisiones]. *Sustainable Cities and Society*, 107, Article 105421. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105421>
- Lu, Z., Cai, F., Xu, R., Wu, X., Hou, C., & Yang, Y. (2022). A differential game analysis of multi-regional coalition for transboundary pollution problems [Un análisis de juego diferencial de coalición multirregional para problemas de contaminación transfronteriza]. *Ecological Indicators*, 145, Article 109596. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109596>

- Marks, B., & Thomas, J. (2022). Adoption of virtual reality technology in higher education: An evaluation of five teaching semesters in a purpose-designed laboratory [Adopción de tecnología de realidad virtual en la educación superior: una evaluación de cinco semestres de docencia en un laboratorio diseñado específicamente para este fin]. *Education and Information Technologies*, 27(1), 1287-1305. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10653-6>
- Martindale, R. C., Sulbaran Reyes, B. S., Sinha, S., & Cooc, N. (2023). “Reef Survivor”: A new board game designed to teach college and university undergraduate students about reef ecology, evolution, and extinction [“Reef Survivor”: un nuevo juego de mesa diseñado para enseñar a estudiantes universitarios sobre la ecología, la evolución y la extinción de los arrecifes]. *Journal of Geoscience Education*, 72(1), 37-56. <https://doi.org/10.1080/10899995.2023.2221818>
- Martindale, R. C., & Weiss, A. M. (2020). “Taphonomy: Dead and fossilized”: A new board game designed to teach college undergraduate students about the process of fossilization [“Tafonomía: muerta y fosilizada”: un nuevo juego de mesa diseñado para enseñar a estudiantes universitarios sobre el proceso de fosilización]. *Journal of Geoscience Education*, 68(3), 265-285. <https://doi.org/10.1080/10899995.2019.1693217>
- Munirrah Razali, N. E., Zuarni Ramli, R., Mohamed, H., Mat Zin, N. A., Rosdi, F., & Mat Diah, N. (2022). Identifying and validating game design elements in serious game guideline for climate change [Identificación y validación de elementos de diseño de juegos en una guía de juegos serios para el cambio climático]. *Heliyon*, 8(1), Article e08773. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08773>
- Neset, T. S., Asplund, T., Käyhkö, J., & Juhola, S. (2019). Making sense of maladaptation: Nordic agriculture stakeholders’ perspectives [Entendiendo la mala adaptación: perspectivas de los actores de la agricultura nórdica]. *Climatic Change*, 153(1–2), 107-121. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02391-z>
- Nusche, D., Fuster Rabella, M., & Lauterbach, S. (2024). Rethinking education in the context of climate change [Repensar la educación en el contexto del cambio climático]. *OECD Education Working Papers*, (307). <https://doi.org/10.1787/f14c8a81-en>

- Onu, P., Pradhan, A., & Mbohwa, C. (2024). Potential to use metaverse for future teaching and learning [Potencial para utilizar el metaverso para la enseñanza y el aprendizaje futuros]. *Education and Information Technologies*, 29(7), 8893-8924. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12167-9>
- Ornetsmüller, C., Castella, J. C., & Verburg, P. H. (2018). A multiscale gaming approach to understand farmer's decision making in the boom of maize cultivation in Laos [Un enfoque de juego multiescala para comprender la toma de decisiones de los agricultores durante el auge del cultivo de maíz en Laos]. *Ecology and Society*, 23(2), Article 35. <https://doi.org/10.5751/ES-10104-230235>
- Ouariachi, T., Gutiérrez Pérez, J., & Olvera Lobo, M. D. (2018). Can serious games help to mitigate climate change? Exploring their influence on Spanish and American teenagers' attitudes [¿Pueden los videojuegos serios ayudar a mitigar el cambio climático? Explorando su influencia en las actitudes de los adolescentes españoles y estadounidenses]. *Bilingual Journal of Environmental Psychology*, 9(3), 365-395. <https://doi.org/10.1080/21711976.2018.1493774>
- Palacios Moya, L., Patiño Escobar, M. X., & Manco Gómez, L. A. (2021, enero-abril). Desplazamiento de la juguetería tradicional como forma de entretenimiento y aprendizaje en menores de 12 años. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (62), 215-242. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n62a9>
- Patiño García, S. J., & Garzón, J. (2024, enero-abril). Efectos de un videojuego en el aprendizaje y la motivación de los alumnos en un curso de Ciencias Naturales. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (71), 81-104. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n71a5>
- Pellas, N., Mystakidis, S., & Christopoulos, A. (2021). A Systematic Literature Review on the User Experience Design for Game-Based Interventions via 3D Virtual Worlds in K-12 Education [Una revisión sistemática de la literatura sobre el diseño de la experiencia del usuario para intervenciones basadas en juegos a través de mundos virtuales 3D en la educación primaria y secundaria]. *Multimodal Technologies and Interaction*, 5(6), Article 28. <https://doi.org/10.3390/mti5060028>
- Perrin, A., Czymrek-Delêtre, M., Ben Jaballah, M., Rouault, A., van der Werf, H. M. G., Ghali, M., Sigwalt, A., & Renaud-Gentié, C. (2022). A participatory ecodesign framework to

- address both environmental and economic dimensions in viticulture at farm scale [Un marco de ecodiseño participativo para abordar las dimensiones ambientales y económicas de la viticultura a escala de explotación agrícola]. *Agronomy for Sustainable Development*, 42(1), Article 10. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-021-00730-y>
- Petri, G., Gresse von Wangenheim, C., & Borgatto, A. F. (2024). MEEGA+, Systematic Model to Evaluate Educational Games [MEEGA+, Modelo Sistemático para la Evaluación de Juegos Educativos]. In N. Lee (Ed.), *Encyclopedia of Computer Graphics and Games* (pp. 1112-1119). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-23161-2\\_214](https://doi.org/10.1007/978-3-031-23161-2_214)
- Roa Banquez, K., Rojas Torres, C. G. V., González Rincón, L. J., & Ortiz Ortiz, E. G. (2021, mayo-agosto). El docente en la era 4.0: una propuesta de formación digital que fortalezca el proceso de enseñanza y aprendizaje. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (63), 126-160. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n63a6>
- Roa Bermúdez, J. J., & Ruiz Chaverra, J. R. (2015). *Juegos serios digitales para los ambientes escolares en Colombia en las ciencias sociales y humanas entre 2005 - 2014* [Trabajo de grado de maestría, Universidad Pontificia Bolivariana]. Repositorio digital institucional. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/2781>
- Rodela, R., Ligtenberg, A., & Bosma, R. (2019). Conceptualizing Serious Games as a Learning-Based Intervention in the Context of Natural Resources and Environmental Governance [Conceptualización de los juegos serios como una intervención basada en el aprendizaje en el contexto de los recursos naturales y la gobernanza Ambiental]. *Water*, 11(2), Article 245. <https://doi.org/10.3390/w11020245>
- Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process—what it is and how it is used [El proceso de jerarquía analítica: qué es y cómo se utiliza]. *Mathematical Modelling*, 9(3–5), 161-176. [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8)
- Saaty, T. L. (1984). The Analytic Hierarchy Process: Decision Making in Complex Environments [El proceso de jerarquía analítica: toma de decisiones en entornos complejos]. In R. Avenhaus & R. Huber (Eds.), *Quantitative Assessment in Arms Control* (pp. 285-308). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4613-2805-6\\_12](https://doi.org/10.1007/978-1-4613-2805-6_12)

- Saaty, T. L. (2004). Decision making — the Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP) [Toma de decisiones: la jerarquía analítica y los procesos de red (AHP/ANP)]. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 13(1), 1-35. <https://doi.org/10.1007/s11518-006-0151-5>
- Saitua-Iribar, A., Corral-Lage, J., & Peña-Miguel, N. (2020). Improving knowledge about the sustainable development goals through a collaborative learning methodology and serious game [Mejorar el conocimiento sobre los objetivos de desarrollo sostenible a través de una metodología de aprendizaje colaborativo y juegos serios]. *Sustainability*, 12(15), Article 6169. <https://doi.org/10.3390/su12156169>
- Sajjadi, P., Bagher, M. M., Myrick, J. G., Guerriero, J. G., White, T. S., Klippel, A., & Swim, J. K. (2022). Promoting systems thinking and pro-environmental policy support through serious games [Fomentar el pensamiento sistémico y el apoyo a políticas ambientales a través de juegos serios]. *Frontiers in Environmental Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.957204>
- Salim, H., Stewart, R. A., Sahin, O., Sagstad, B., & Dudley, M. (2021). R3SOLVE: A serious game to support end-of-life rooftop solar panel waste management [R3SOLVE: Un juego serio para apoyar la gestión de residuos de paneles solares en azoteas al final de su vida útil]. *Sustainability*, 13(22), Article 12418. <https://doi.org/10.3390/su132212418>
- Saqib, N., Radulescu, M., Usman, M., Balsalobre-Lorente, D., & Cilan, T. (2023). Environmental technology, economic complexity, renewable electricity, environmental taxes and CO2 emissions: Implications for low-carbon future in G-10 bloc [Tecnología ambiental, complejidad económica, electricidad renovable, impuestos ambientales y emisiones de CO2: implicaciones para un futuro con bajas emisiones de carbono en el bloque del G-10]. *Heliyon*, 9(6), Article e16457. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16457>
- Sedano Avila, M. D. R. (2019). *Importancia del buen uso de residuos sólidos con los estudiantes del 2° grado de educación secundaria de la Institución Educativa “Mariscal Castilla”, el Tambo, Huancayo* [Trabajo de investigación de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio digital institucional. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d0a6d472-2219-472b-93fa-06682e4ba7da/content>



- Sermet, Y., Demir, I., & Muste, M. (2020). A serious gaming framework for decision support on hydrological hazards [Un marco de juego serio para el apoyo a la toma de decisiones sobre riesgos hidrológicos]. *Science of the Total Environment*, 728, Article 138895. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138895>
- Steenbeek, J., Felinto, D., Pan, M., Buszowski, J., & Christensen, V. (2021). Using Gaming Technology to Explore and Visualize Management Impacts on Marine Ecosystems [Uso de tecnología de juegos para explorar y visualizar los impactos de la gestión en los ecosistemas marinos]. *Frontiers in Marine Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.619541>
- Su, C. H. (2018). Exploring sustainability environment educational design and learning effect evaluation through migration theory: An example of environment educational serious games [Explorando el diseño educativo ambiental de la sostenibilidad y la evaluación de los efectos del aprendizaje a través de la teoría de la migración: un ejemplo de juegos serios educativos ambientales]. *Sustainability*, 10(10), Article 3363. <https://doi.org/10.3390/su10103363>
- Su, C. H., & Cheng, T. W. (2019). A sustainability innovation experiential learning model for virtual reality chemistry laboratory: An empirical study with PLS-SEM and IPMA [Un modelo de aprendizaje experiencial de innovación en sostenibilidad para un laboratorio de química de realidad virtual: un estudio empírico con PLS-SEM e IPMA]. *Sustainability*, 11(4), Article 1027. <https://doi.org/10.3390/su11041027>
- Susnik, J., Chew, C., Domingo, X., Mereu, S., Trabucco, A., Evans, B., Vamvakeridou-Lyroudia, L., Savić, D. A., Lapidou, C., & Brouwer, F. (2018). Multi-stakeholder development of a serious game to explore the water-energy-food-land-climate nexus: The SIM4NEXUS approach [Desarrollo, con la participación de múltiples partes interesadas, de un juego serio para explorar el nexo agua-energía-alimentos-tierra-clima: el enfoque SIM4NEXUS]. *Water*, 10(2), Article 139. <https://doi.org/10.3390/w10020139>
- Sylvain, D., Bertrand, D., & Dominique, V. (2023). La Grange®: A generic game to reveal trade-offs and synergies among stakeholders in livestock farming areas [La Grange®: Un juego genérico para revelar compensaciones y sinergias entre los actores involucrados en las

- zonas ganaderas]. *Agricultural Systems*, 209, Article 103685. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103685>
- Tan, C. K. W., & Nurul-Asna, H. (2023). Serious games for environmental education [Juegos serios para la educación ambiental]. *Integrative Conservation*, 2(1), 19-42. <https://doi.org/10.1002/inc3.18>
- Teague, A., Sermet, Y., Demir, I., & Muste, M. (2021). A collaborative serious game for water resources planning and hazard mitigation [Un juego serio colaborativo para la planificación de recursos hídricos y la mitigación de riesgos]. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 53, Article 101977. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101977>
- Thomas-Walters, L., & Veríssimo, D. (2022). Cross-cultural mobile game evaluation shows improvement in environmental learning, but not behavior [La evaluación de juegos móviles transculturales muestra una mejora en el aprendizaje ambiental, pero no en el comportamiento]. *Conservation Science and Practice*, 4(9), e12784. <https://doi.org/10.1111/csp2.12784>
- Tomaszewski, B., Walker, A., Gawlik, E., Lane, C., Williams, S., Orieta, D., McDaniel, C., Plummer, M., Nair, A., Jose, N. S., Terrell, N., Pecsok, K., Thomley, E., Mahoney, E., Haberlack, E., & Schwartz, D. (2020). Supporting disaster resilience spatial thinking with serious GeoGames: Project Lily Pad [Apoyando el pensamiento espacial resiliente ante desastres con GeoGames serios: Proyecto Lily Pad]. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(6), Article 405. <https://doi.org/10.3390/ijgi9060405>
- Universidad de Navarra. (2024). *Revisiones sistemáticas: Pasos o Etapas para realizar una revisión sistemática*. <https://biblioguias.unav.edu/revisionessistematicas/pasos-realizar-revisionsistemtica>
- Van Beek, L., Milkoreit, M., Prokopy, L., Reed, J. B., Vervoort, J., Wardekker, A., & Weiner, R. (2022). The effects of serious gaming on risk perceptions of climate tipping points [Los efectos de los juegos de azar serios en la percepción del riesgo de los puntos de inflexión climáticos]. *Climatic Change*, 170(3-4), Article 31. <https://doi.org/10.1007/s10584-022-03318-x>

- Vicens Batet, E., & Oms Llobet, O. (2001). Los Fósiles: que són y para qué sirven. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 9(2), 110-115. <https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/88724/132878>
- Vita-Barrull, N., Guzmán, N., Estrada-Plana, V., March-Llanes, J., Mayoral, M., & Moya-Higueras, J. (2022). Impact on Executive Dysfunctions of Gamification and Nongamification in Playing Board Games in Children at Risk of Social Exclusion [Impacto de la gamificación y la no gamificación en las disfunciones ejecutivas en el juego de juegos de mesa en niños en riesgo de exclusión social]. *Games for Health Journal*, 11(1), 46-57. <https://doi.org/10.1089/g4h.2021.0034>
- Wang, B., Li, H., Rezgui, Y., Bradley, A., & Ong, H. N. (2014). BIM based virtual environment for fire emergency evacuation [Entorno virtual basado en BIM para evacuación de emergencia por incendio]. *Scientific World Journal*, Article 589016. <https://doi.org/10.1155/2014/589016>
- Wang, K., Tekler, Z. D., Cheah, L., Herremans, D., & Blessing, L. (2021). Evaluating the effectiveness of an augmented reality game promoting environmental action [Evaluación de la eficacia de un juego de realidad aumentada que promueve la acción Ambiental]. *Sustainability*, 13(24), Article 13912. <https://doi.org/10.3390/su132413912>
- Wong, C. H. T., & Yunus, M. M. (2021). Board Games in Improving Pupils' Speaking Skills: A Systematic Review [Juegos de mesa para mejorar la expresión oral: una revisión sistemática]. *Sustainability*, 13(16), Article 8772. <https://doi.org/10.3390/su13168772>
- Xu, H., Windsor, M., Muste, M., & Demir, I. (2020). A web-based decision support system for collaborative mitigation of multiple water-related hazards using serious gaming [Un sistema de apoyo a la toma de decisiones basado en la web para la mitigación colaborativa de múltiples peligros relacionados con el agua mediante juegos serios]. *Journal of Environmental Management*, 255, Article 109887. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109887>
- Yuan, Y., Cao, J., Wang, R., & Yarosh, S. (2021). Tabletop Games in the Age of Remote Collaboration: Design Opportunities for a Socially Connected Game Experience [Juegos de mesa en la era de la colaboración remota: oportunidades de diseño para una experiencia de juego socialmente conectada]. In Y. Kitamura, & A. Quigley (Pres.), *Proceedings of the*

*2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-14). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3411764.3445512>

Zhao, P., & Zhang, M. (2018). The impact of urbanisation on energy consumption: A 30-year review in China [El impacto de la urbanización en el consumo energético: Un análisis de 30 años en China]. *Urban Climate*, 24, 940–953. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2017.11.005>