

# El videojuego serio como estrategia para la enseñanza y aprendizaje de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en escuelas primarias y secundarias en Colombia

## Serious Video Games as a Strategy for Teaching and Learning the Sustainable Development Goals (SDGs) in Primary and Secondary Schools in Colombia

-  Julian Andres Mera Paz\*, Universidad Cooperativa de Colombia (Colombia) (julian.mera@campusucc.edu.co) (<https://orcid.org/0000-0003-4695-8022>)
-  Ramón Fernando Colmenares Quintero, Universidad Cooperativa de Colombia (Colombia) (ramon.colmenaresq@campusucc.edu.co) (<https://orcid.org/0000-0003-1166-1982>)
-  Kim Stansfield, Universidad de Kingstown (United kingdom) (k.stansfield@warwick.ac.uk) (<https://orcid.org/0000-0002-5346-4031>)
-  Juan Carlos Colmenares Quintero, Quintero, Instituto de Química Física de la Academia Polaca de Ciencias en Polonia (Poland) (jcarloscolmenares@ichf.edu.pl) (<https://orcid.org/0000-0003-3701-6340>)
-  Luis Angel Guarín García, Instituto de investigación en Ingeniería, Universidad Cooperativa de Colombia (Colombia) (luis.guarin@campusucc.edu.co) (<https://orcid.org/0000-0002-3524-1504>)

\* Indicates the corresponding author

### RESUMEN

La apropiación y aprendizaje de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la Agenda 2030 representan un desafío global, en particular exige enfoques innovadores en los sistemas educativos capaces de articular lo social, político, ambiental y económico, sin embargo, en países en vía de desarrollo como Colombia la enseñanza y aprendizaje de los ODS se aborda de forma dispersa, fragmentada y desconectada de tecnologías de la Industria 4.0, esto genera una serie de brechas que reducen el potencial formativo y limita el conocimiento integral de los ODS en las instituciones educativas. En este escenario, los videojuegos serios surgen como vías prometedoras para abordar las brechas. Desarrollar un videojuego serio como estrategia para la enseñanza y aprendizaje de los ODS y aplicarlo en escuelas en Colombia. Este estudio empleó un enfoque de investigación mixta con diseño correlaciona desde una perspectiva constructivista. Inicialmente se analizó patentes y literatura científica para identificar tendencias, vacíos, brechas y estrategias efectivas para la enseñanza de los ODS. Con base en este análisis, se diseñó una estrategia gamificada, que se materializo en desarrollar e implementar el videojuego serio Save the Earth. La estrategia se implementó en tres instituciones educativas colombianas, con la participación de 25 docentes y 60 estudiantes del sector rural y urbano. La intervención demostró que la estrategia favoreció la apropiación de los ODS y la reflexión temprana sobre el comportamiento personal y ambiental. Los hallazgos revelan que la implementación de una estrategia de enseñanza y aprendizaje, que emplea los videojuegos serios como herramienta pedagógica, fortalece la apropiación de los ODS en contextos educativos complejos. El uso Save the Earth, ofrece una solución viable, mejorando la participación y la conciencia de los estudiantes a través de experiencias de aprendizaje interactivas y reflexivas.

### ABSTRACT

The adoption and learning of the Sustainable Development Goals (SDGs) of the 2030 Agenda represent a global challenge, particularly demanding innovative approaches in education systems capable of integrating social, political,

environmental, and economic factors. However, in developing countries like Colombia, the teaching and learning of the SDGs is addressed in a scattered, fragmented, and disconnected manner, lacking integration with Industry 4.0 technologies. This creates a series of gaps that reduce the educational potential and limit comprehensive knowledge of the SDGs in educational institutions. In this context, serious games emerge as a promising avenue for addressing these gaps. To develop a serious game as a strategy for teaching and learning the SDGs and to implement it in schools in Colombia. This study employed a mixed-methods research approach with a correlational design from a constructivist perspective. Initially, patents and scientific literature were analyzed to identify trends, gaps, and effective strategies for teaching the SDGs. Based on this analysis, a gamified strategy was designed, which materialized in the development and implementation of the serious game Save the Earth. The strategy was implemented in three Colombian educational institutions, with the participation of 25 teachers and 60 students from rural and urban areas. The intervention demonstrated that the strategy fostered the appropriation of the SDGs and early reflection on personal and environmental behavior. The findings reveal that the implementation of a teaching and learning strategy that uses serious games as a pedagogical tool strengthens the appropriation of the SDGs in complex educational contexts. The use of Save the Earth offers a viable solution, improving student participation and awareness through interactive and reflective learning experiences.

#### **PALABRAS CLAVE | KEYWORDS**

Videojuegos serios, objetivos de desarrollo sostenible, métodos pedagógicos, gamificación, enseñanza-aprendizaje. Serious Video Games, Sustainable Development Goals, Pedagogical Methods, Gamification, Teaching-learning.

## 1. Introducción

Actualmente, diversas naciones han expresado su preocupación por el cuidado del planeta, la protección de la vida, la salud y mejores condiciones para una vida plena. Por ello, los 17 ODS se consolidaron mediante la Agenda 2030 (United Nations, 2024). Al mismo tiempo, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se han convertido en elementos fundamentales de la vida y los procesos educativos (Timotheou et al., 2023). Las TIC deben cumplir objetivos alineados con el desarrollo sostenible y la educación, ya que son transversales a todos los aspectos de la vida humana y el medio ambiente. Desde hace un par de décadas, los videojuegos han ido incursionando en el mundo de la educación, convirtiéndose en un medio mediante el cual el aprendizaje puede darse en una dinámica disruptiva y entretenida (Ogneviuk et al., 2022, p. 4), esto ha aportado suficientes elementos atractivos que incentivan a los estudiantes, generando una solución a los casos de desmotivación y son herramientas clave para los vacíos de conocimiento en el aula cuando solo se utilizan herramientas tradicionales (Haleem et al., 2022) además, esto apoya directamente la transferencia de conocimiento de formas más sencillas dentro de herramientas que ayudan a cambiar el modelo mental de enseñanza, en conceptos (Furlough y Gillan, 2018; Laufer et al., 2021) Los modelos mentales están en parte constituidos por una estructura subyacente de conceptos asociados que se modifican a medida que una persona gana experiencia con un sistema.

La problemática de la enseñanza y aprendizaje de los ODS se complejiza en países en vía de desarrollo como Colombia, por unas marcadas brechas, particularmente cuando se evidencia que los procesos de investigación en la temática son extremadamente escasos. Esta mezcla de conceptos llevó a los investigadores a cuestionarse a través de la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo contribuye un videojuego serio al reconocimiento de la enseñanza y el aprendizaje de los Objetivos de Desarrollo Sostenible? Para obtener la respuesta, el equipo aplicó una metodología de investigación mixta, combinando elementos cuantitativos y cualitativos, lo que les permitió abordar el reconocimiento de los ODS en el marco de la relación constructivista entre profesor y alumno desde procesos interdisciplinarios (Estrada-Perea y Pinto-Blanco, 2021). El “reconocimiento” es la acción y el efecto de examinar en detalle un elemento dado y todas sus características, una práctica muy útil a la hora de escuchar la voz de las comunidades, lo que se traduce en requisitos más precisos y fiables.

Sin embargo, este estudio logró identificar unas brechas significativas, existen limitados estudios que aborden los videojuegos serios dirigidos a la educación integral de los objetivos de desarrollo sostenible, son escasos los datos sobre herramientas utilizadas para la enseñanza y aprendizaje de los ODS, no se evidencia la integración de enfoques pedagógicos que potencien la incorporación en el aula y/o el currículo de estrategias para el aprendizaje de los ODS. Cerrar estas brechas es fundamental para fortalecer la educación y su sostenibilidad y utilizar los videojuegos serios como una estrategia de potencial transformador para generar aprendizajes significativos. Con el proceso de investigación, se diseñó una estrategia que apunta a reducir las brechas identificadas, creando un videojuego serio original denominado “Save the Earth”, que conecta al jugador con realidades del conocimiento de los ODS, sumergiéndolo en los aprendizajes significativos desde la diversión. Para el desarrollo de la investigación, se estableció una muestra por conveniencia de 25 docentes y 60 estudiantes de 3 instituciones educativas diferentes para darle enfoque a la propuesta y hacer una exploración diagnóstica a través de grupos focales y encuestas, con la información recabada se creó una metodología basada en los elementos de la gamificación, es decir dinámicas, mecánicas y componentes (Figura 1) para crear el videojuego, “Save the earth”.

En este punto, es importante mencionar el concepto de gamificación (Martín-Párraga et al., 2022) como la aplicación de actividades lúdicas en el aula y dinámicas de juego a través de las cuales se desarrolla un aprendizaje significativo, relacionando conceptos teóricos y construyendo conocimiento, por su parte (Raffo Ibarra y Yangali Vicente, 2021) menciona que la gamificación permite una transformación en la dinámica de los programas académicos, generando resultados positivos en el proceso, desempeño y contexto, así mismo (Mera-Paz, 2016a) afirmó que aplicar la gamificación en los procesos de enseñanza-aprendizaje permite articular un ambiente colaborativo entre estudiantes y docentes con un enfoque horizontal, fortaleciendo los lazos estructurales y la apropiación del conocimiento.

Figura 1: Pirámide de elementos de gamificación Fuente: Ortiz-Colón et al. (2018).



En la construcción del proceso del juego “Save the Earth”, se tuvo en cuenta una relación controlada entre los elementos de gamificación y los conceptos de los ODS con especial énfasis en las energías renovables, los contenidos fueron adaptados a un público infantil y juvenil, de modo que el jugador realice acciones y retos acordes con el avance del conocimiento del tema a enseñar, manteniendo el control del nivel de complejidad adecuado a cada situación, incluso dentro del aspecto narrativo, como se menciona (Ortiz-Colón et al., 2018): “Si un reto es demasiado fácil, provocará aburrimiento en el estudiante, mientras que un reto inalcanzable provocará frustración, concluyendo ambas opciones en una pérdida de motivación por el aprendizaje”. El videojuego “Save the Earth” se construye principalmente soportado en el marco de trabajo ágil SCRUM, con planeación definida, y asignación de roles, funciones y responsabilidades, permitiendo articular la investigación y aspectos técnicos, para el diseño y desarrollo del juego utilizamos el motor de videojuegos RPG Maker MV (Romero Rodríguez et al., 2025), en el cual se selecciona un género y mecánicas afines al juego de rol y puzzle utilizando los lenguajes de programación Ruby y Javascript, para los ajustes de diseño gráfico utilizamos el software Krita (Herrero Debón et al., 2023). En cada una de las etapas del ciclo de vida se tomó en cuenta el aseguramiento de la calidad del software, para lo cual fue importante realizar una fuerte documentación, y pruebas alfa y beta, donde en estas últimas fue necesaria la participación de la muestra poblacional para medir elementos cualitativos necesarios para el refinamiento del software (Al MohamadSaleh y Alzahrani, 2023).

## 2. Revisión sistemática de literatura

La gamificación y los videojuegos serios se han convertido en estrategias claves para la educación, aplicándose en diversos campos como la psicología, la educación y la tecnología para mejorar la motivación y el compromiso del alumnado. Estas metodologías no solo facilitan la adquisición de conocimientos, sino que también proporcionan una plataforma para fomentar el aprendizaje práctico y contextualizado (Sánchez-Pacheco, 2019). Con los avances en tecnologías inmersivas como la realidad virtual, la gamificación ha encontrado un nuevo campo de aplicación, con un impacto potencial en el aprendizaje de temas complejos y la promoción de competencias sostenibles.

### 2.1. Contexto histórico y evolución de la gamificación en la educación

En sus primeras aplicaciones, la gamificación se centró en integrar mecánicas de juego en contextos

no lúdicos, como el trabajo o la educación, para aumentar la motivación y la retención del aprendizaje (Azevedo Santos et al., 2021). En sus inicios, esta metodología se limitaba a recompensar logros y fomentar el cumplimiento de objetivos mediante puntos, insignias y niveles, lo que generaba una experiencia dinámica y motivadora para los estudiantes.

Con la evolución de las herramientas tecnológicas, los investigadores comenzaron a explorar entornos virtuales más inmersivos, como simuladores y laboratorios de realidad virtual. Estos espacios permiten a los estudiantes interactuar directamente con los conceptos y procesos estudiados. Por ejemplo, (Caño de Las Heras et al., 2020) desarrollaron el simulador educativo BioVL, que utiliza la realidad virtual para enseñar bioprocesos, permitiendo a los estudiantes modificar variables en tiempo real y observar los resultados de sus decisiones en un entorno controlado. Esta experiencia ayuda a reforzar el aprendizaje activo y la comprensión profunda del contenido.

## 2.2. Aplicaciones prácticas en diferentes áreas de estudio

**Formación en Procesos Complejos:** Los entornos virtuales con elementos de gamificación han sido especialmente valiosos en la enseñanza de materias técnicas y científicas complejas, donde la simulación en un entorno seguro permite a los estudiantes aprender sin riesgos. Chen (2020) desarrolló un laboratorio virtual para la formación en impresión 3D, en el que la gamificación y la realidad virtual mejoraron significativamente la eficiencia del aprendizaje. La inclusión de insignias, niveles y retroalimentación en tiempo real aumentó el interés de los estudiantes y facilitó la retención de conocimientos complejos a través del videojuego serio (Vendrell-Morancho y Johnston, 2025).

**Bienestar y Salud:** En el ámbito de la salud mental, Moroz y Calagiu (2018) implementaron un entorno de realidad virtual gamificado para mejorar la experiencia de meditación. Con recompensas y elementos de retroalimentación, esta plataforma ayudó a los usuarios a concentrarse y reducir el estrés, demostrando cómo la gamificación puede aplicarse para fomentar prácticas de bienestar en un entorno educativo y mejorar la adherencia a las actividades de autocuidado.

**Participación ciudadana y energía sostenible:** West et al. (2019) abordaron la necesidad de aumentar la conciencia ciudadana sobre las políticas energéticas mediante el juego serio «Virtual Energy Hero». En este contexto, la gamificación fue clave para que los usuarios comprendieran los conceptos de sostenibilidad energética y aumentaran su compromiso con las prácticas sostenibles. Los resultados de este estudio demostraron que el juego serio mejoró la percepción de los jugadores sobre la importancia de las energías renovables y fomentó una mayor participación en acciones reales de conservación.

## 2.3. La gamificación como estrategia para fortalecer las competencias digitales

Investigaciones como la de Martín-Párraga et al. (2022) han demostrado que la gamificación puede ser una herramienta eficaz para mejorar las competencias digitales del profesorado universitario. Mediante experiencias gamificadas, el profesorado pudo adquirir habilidades digitales esenciales para el contexto educativo moderno, vinculando el aprendizaje teórico con la práctica interactiva. Esta implementación resultó en una mejora de la calidad de la docencia y una mayor motivación del alumnado, que se benefició de una metodología más innovadora y orientada a sus intereses y necesidades.

En el ámbito de la educación superior, Raffo Ibarra y Yangali Vicente (2021) aplicaron la gamificación a estudiantes de posgrado para desarrollar competencias específicas, y descubrieron que la gamificación en entornos de aprendizaje semipresencial (B-learning) mejoró la participación y el rendimiento del alumnado en la planificación estratégica. Estos resultados subrayan la importancia de adaptar las técnicas de gamificación a los contextos y necesidades específicos del alumnado, ya que permiten el desarrollo de habilidades relevantes para el mercado laboral actual.

## 2.4. El impacto de la gamificación basada en desafíos en el aprendizaje

En la enseñanza de la estadística, donde los estudiantes suelen experimentar desinterés y falta de concentración, Legaki et al. (2020) aplicaron una estrategia de gamificación basada en retos para estimular la motivación y el rendimiento. Los resultados mostraron que los estudiantes en grupos gamificados obtuvieron un mejor rendimiento académico, lo que destaca la eficacia de los retos para reforzar el aprendizaje en asignaturas complejas. Los investigadores también observaron que la gamificación con retos, que incorpora

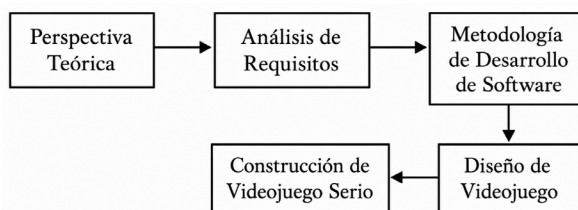
elementos como niveles y tablas de clasificación, aumenta la implicación y la concentración de los estudiantes en las tareas de aprendizaje. Este enfoque parece especialmente adecuado para cursos técnicos que requieren una comprensión detallada de los procesos estadísticos y habilidades analíticas, lo que demuestra el valor de la gamificación para fortalecer competencias específicas. En el estudio propuesto por (Ortiz-Colón et al., 2018) se realizó una revisión exhaustiva de la gamificación en educación y descubrieron que esta estrategia fomenta valores positivos como la cooperación, la interacción y la motivación en el aula. Tras analizar más de 37 experiencias gamificadas, los autores de este artículo concluyeron que la gamificación tiene un gran potencial para mejorar el aprendizaje en diferentes contextos educativos, siempre que se adapte a las particularidades del alumnado y al contenido. Sin embargo, la gamificación presenta ciertos desafíos. Las investigaciones indican que su éxito depende en gran medida del diseño de los elementos del juego y de su adecuación a la cultura y los entornos educativos. La gamificación no es igualmente efectiva para todos los tipos de aprendizaje, y el profesorado debe seleccionar cuidadosamente los componentes gamificados que mejor se adapten a sus objetivos pedagógicos y al perfil de su alumnado (Mera-Paz et al., 2025).

### 3. Metodología

En esta etapa fundamental para el equipo de investigación y la propuesta del videojuego serio, se consideró la diversidad de información, dadas las circunstancias de esta investigación multirregional. Por lo tanto, se abordó desde una metodología mixta (Bagur Pons et al., 2021), que combina elementos cualitativos y cuantitativos. Esto, de manera correlacional, permitió identificar una estructura entre las variables del proceso de enseñanza-aprendizaje y los objetivos de desarrollo sostenible en cada lugar (Leal Filho et al., 2018).

El equipo de investigación, siguiendo un proceso planificado, pedagógico y de ingeniería, logró obtener una ruta para la creación del videojuego serio «Save the Earth» como una propuesta que aborda el reconocimiento de la enseñanza y el aprendizaje de los ODS. Se estableció entonces una ruta metodológica (Figura 2), que combina el análisis estadístico y la teoría fundamentada con ejercicios de observación y análisis narrativo, para seleccionar la metodología necesaria para este contexto y comenzar a cumplir con los objetivos y tareas tanto del diseño como del desarrollo del videojuego.

Figura 2: Ruta metodológica - Fuente propia.



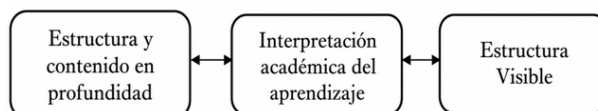
#### 3.1. Perspectiva teórica

La perspectiva teórica proporcionó una visión clara del enfoque de la propuesta, contextualizando el campo de conocimiento. En palabras de (Mertens, 2010): «La perspectiva teórica se ajusta a la investigación en su conjunto sobre lo que se conoce como el tema de estudio». Siguiendo con la ruta metodológica, se realizó el análisis de requisitos (Kendall y Kendall, 2011). En esta etapa se comprendieron las necesidades para el diseño del videojuego y las expectativas de docentes y estudiantes (la muestra). El siguiente paso fue seleccionar la metodología de desarrollo para el videojuego serio, y posteriormente se llevó a cabo el diseño y la construcción del videojuego. Es pertinente pensar en la investigación escolar como una estrategia interactiva de enseñanza y aprendizaje que permite al alumnado explorar sus habilidades y comprender el mundo en el que vive, utilizando su capacidad innata para asombrarse, construir su conocimiento y desarrollar o promover actitudes hacia su entorno. Por lo tanto, la narrativa, la dinámica, la mecánica y los componentes se alinean con la jugabilidad y usabilidad de esa curiosidad y creatividad innatas en niños y niñas (Jirout et al., 2022).

### 3.2. Análisis de requisitos

El proceso de enseñanza-aprendizaje busca difundir la información existente y animar al estudiante a incorporarla como nuevo conocimiento (aprendizaje). Con base en esta premisa, el equipo de investigación desarrolló un ejercicio para comprender los requisitos para la creación de un videojuego serio. Se realizó una búsqueda de información, aplicando un filtro de criterios de inclusión y exclusión. Asimismo, se realizaron grupos focales con docentes y estudiantes de diferentes regiones de Colombia, incluyendo La Guajira, Vichada y Popayán, a quienes se les preguntó sobre su percepción, identificación y comportamiento respecto al tema de los objetivos de desarrollo sostenible y su relación con los métodos de enseñanza-aprendizaje. Posteriormente, se realizó un análisis interpretativo con el apoyo del software Atlas TI (Soratto et al., 2020). Con el desarrollo del ejercicio, se llegó a la creación de tipologías discursivas (Figura 3) con los siguientes elementos:

Figura 3: Tipologías discursivas – Fuente propia.



**Estructura y contenido profundo:** donde coexisten la percepción del estudiante sobre los ODS de aprendizaje, la naturaleza cultural y la condición humana y social.

**Interpretación académica del aprendizaje:** donde coexisten el currículo, la percepción académica del docente, las regulaciones y políticas estatales, y el contexto sociocultural de la institución educativa.

**Estructura visible:** donde coexisten las estrategias, herramientas y técnicas del aula, la motivación y el reconocimiento.

De los ejercicios mencionados, se obtuvo lo siguiente:

**3.2.1. Requisitos pedagógicos:** El videojuego serio debe generar un contexto para el estudiante sobre los ODS, utilizando palabras clave en los diálogos que le permitan tener una actitud reflexiva sobre el reconocimiento de estos objetivos. El videojuego debe generar un camino claro, en el que el estudiante adquiera nuevas habilidades y destrezas, a través de nuevos conocimientos de la interacción con los personajes y el entorno.

**3.2.2. Requisitos del dominio:** dentro del videojuego se debe poner énfasis en los objetivos de desarrollo sostenible, permitiendo al jugador contextualizar la importancia de generar condiciones para el buen vivir, el bienestar, la salud, el consumo responsable, agua limpia, energía asequible y no contaminante, etc.

**3.2.3. Requisito del videojuego:** El videojuego será para un solo jugador, el nombre del jugador será personalizable, el videojuego será de rol, los escenarios del videojuego serán coherentes con el contexto de los diálogos, el jugador tendrá recompensas en objetos y monedas, el jugador tendrá desafíos que irán aumentando en complejidad teniendo en cuenta la usabilidad y jugabilidad.

### 3.3. Método de desarrollo de software: El marco SCRUM

Para el equipo de investigación fue fundamental seleccionar una metodología de desarrollo de software que permitiera diseñar, construir y probar el videojuego serio de forma estructurada y organizada, donde la comunicación fuera asertiva entre el equipo de trabajo y con los expertos temáticos (docentes participantes del focus group). Tras revisar las diferentes metodologías o marcos de trabajo para la creación y desarrollo de videojuegos: Proceso en cascada (Machado et al., 2024), Proceso unificado racional (Jatnika et al., 2023), Proceso unificado esencial (Siregar et al., 2021), Proceso de software en equipo (Hernández-López et al., 2010), Marco de trabajo de soluciones de Microsoft, Marco de trabajo Scrum (Grebic y Stojanović, 2021). El equipo de investigación decidió utilizar el marco de trabajo Scrum en el desarrollo del videojuego, considerando su concepto de agilidad, procesos iterativos e incrementales, realizando ciclos llamados sprints que permiten medir el progreso del desarrollo del producto, y a su vez permite probar la calidad del producto, realizar mejoras continuas y optimizar tiempos. Como actividad se definieron los roles y acciones a realizar en el proyecto:

**Scrum Master:** Responsable de guiar el proceso metodológico y garantizar que se cumplan los pasos, artefactos y procesos definidos en el marco de trabajo, ayudando a eliminar los obstáculos que surgen durante el desarrollo y que impiden al equipo alcanzar los objetivos en cada sprint.

**Product Owner:** Responsable de asegurar que el equipo comprenda los requisitos y necesidades, proporciona la orientación necesaria tanto a los expertos como al Equipo Scrum sobre el contexto y el proyecto, y facilita las herramientas, el equipo y los procesos logísticos para que el equipo alcance los objetivos.

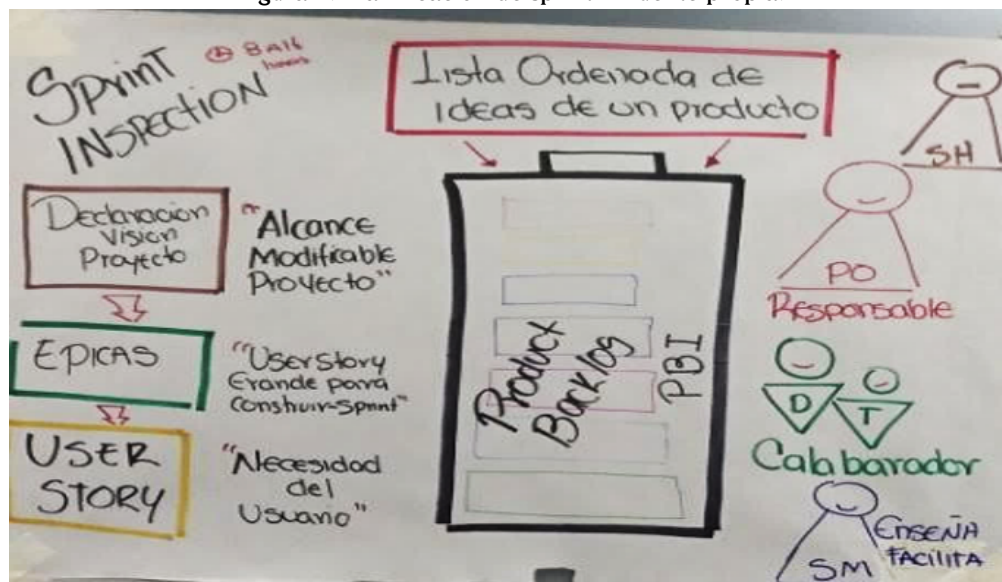
**Development Team:** Es un equipo formado por un mínimo de 3 y un máximo de 9 personas que, con competencias transversales, realizan las actividades necesarias para el diseño, construcción y pruebas, guiados y guiados por las directrices del Scrum Master y Product Owner.

### 3.3.1 Diseño del Videojuego

El diseño del videojuego se llevó a cabo en tres etapas: preproducción, producción y posproducción.

**Preproducción:** Esta es la etapa de planificación. El equipo realizó la estimación de tiempo y costo, según el proceso de historias de usuario, seguida de la ceremonia de inspección del sprint (Figura 4). En esta etapa, se definió el alcance con base en la visión del proyecto, se clasificaron y priorizaron las historias de usuario y se obtuvo una lista ordenada de ideas de producto (Product backlog), un elemento fundamental del marco de trabajo Scrum (Schwaber y Sutherland, 2020)

Figura 4: Planificación de sprint – Fuente propia.



**En producción,** el equipo de investigación se enfoca en tener claros los objetivos y la estimación del tiempo que puede tomar cada proceso de construcción del videojuego serio. Es importante recordar en este punto que los sprints de Scrum tienen una duración de entre 1 y un máximo de 4 semanas y que con cada sprint debe haber un aumento en el producto, por lo tanto, en las 8 horas que duró la ceremonia, el equipo se concentró en realizar una planificación adecuada ya que esta estableció la hoja de ruta desde el inicio hasta el final del proyecto. También se establecieron las reuniones diarias, los sprints, la revisión del sprint y el uso de los artefactos del sprint backlog y el burn-down chart (Fernández Hernández, 2021). El Scrum Master jugó un papel fundamental en el seguimiento de las reuniones y artefactos para que el equipo trabajara de manera eficiente y a tiempo.

**Postproducción:** Es la etapa final del diseño, en la cual el equipo de investigación logró establecer la idea de un videojuego serio, con una visión detallada, en la que los elementos de la dinámica, componentes y mecánicas, jugabilidad, usabilidad, personajes, entorno y contexto del videojuego, entre otros, fueron alojados en un (GDD) documento de diseño de juego (Cornejo-Aparicio et al., 2021) alojado en la Tabla 1.

Tabla 1: Documento de diseño del videojuego – Fuente Propia.

| Concept                        | Descripción del videojuego                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Título                         | Save the Earth                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Tipo de videojuego             | Videojuego Serio                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Género                         | Videojuego de rol (RPG) con contenido educativo y lúdico                                                                                                                                                                                                                   |
| Preferencia de edades de juego | Edades de 4 a 18 años que sean escolarizados                                                                                                                                                                                                                               |
| Dinámicas                      | El juego combina a partes iguales emociones (curiosidad, competitividad, frustración y felicidad).                                                                                                                                                                         |
|                                | La historia está creada bajo la influencia del género fantástico, en la que el personaje podrá regresar a un espacio y tiempo específico a través de una máquina del tiempo para salvar a la tierra de un futuro caótico.                                                  |
|                                | El jugador tendrá una evolución de conocimientos a medida que interactúe con los personajes y el entorno del juego.                                                                                                                                                        |
|                                | El jugador se encontrará con retos a lo largo del camino para continuar los acontecimientos a nivel narrativo y educativo, si no superas los retos que se orientan en el juego no podrás continuar, siendo obligatorio completarlos para avanzar a una nueva etapa o zona. |
| Mecánicas                      | Los desafíos implican una alta concentración en la secuencia de diálogos, es pertinente que el jugador esté muy atento a los mismos, ya que allí encontrará las instrucciones para superar los desafíos y aprender en el proceso.                                          |
|                                | La competitividad se desarrolla entre el propio jugador y en querer avanzar cada vez al siguiente nivel.                                                                                                                                                                   |
|                                | Las recompensas se obtendrán en forma de monedas ODS y diarios, que serán el símbolo de logro en cada desafío que el jugador supere con éxito.                                                                                                                             |
| Componentes                    | En el juego, a medida que el jugador progresa y supera desafíos, podrá abrir puertas, avanzar por nuevos caminos e interactuar con nuevos personajes.                                                                                                                      |
|                                | Habrán gráficos de fondo que representen la naturaleza, el agua, la salud, elementos de generación de energía limpia e imágenes en línea con la sabiduría, el conocimiento, la justicia y las consecuencias de no reconocer los ODS.                                       |
|                                | Los gráficos manejarán colores alegres y representativos, para las edades preferidas de los jugadores.                                                                                                                                                                     |
|                                | El contexto y la historia están pensados como una fantasía, pero llevan al jugador a realizar una comparación y reconocimiento de su entorno real, para modificar o fortalecer su comportamiento e interés en los ODS.                                                     |
|                                | El videojuego permitirá al jugador administrar su tiempo, sin intentar presionarlo, se le dará la libertad de explorar y el tiempo suficiente para avanzar y aprender a su propio ritmo.                                                                                   |
| Jugabilidad                    | El juego cuenta con una secuencia que permitirá al jugador ir avanzando paso a paso en conocimiento y dificultad, pero sin presiones de tiempo ni condicionales, permitiéndole incluso guardar su progreso para continuar en otro momento.                                 |
| Usabilidad                     | Para satisfacer la experiencia de juego, la versión actual está enfocada a la comodidad del usuario, por lo que se puede configurar música de fondo, ambiente y efectos, entre otros.                                                                                      |

### 3.3.2. Construcción del Videojuego serio

En esta fase se construye el videojuego serio, siguiendo las etapas anteriores, creando una interfaz de inicio (Figura 5), se selecciona la música y el arte adecuados a la vista, y el jugador encuentra en el panel de opciones la posibilidad de crear una nueva partida, continuar una partida previamente guardada, y algunas opciones de configuración del juego, volumen, comandos y velocidad del personaje.

El jugador podrá personalizar su avatar, seleccionando entre avatares masculinos y femeninos con características de diseño predefinidas, y podrá darle un nombre para identificarlo. El jugador observa una escena caótica en el año 2030, donde se aprecian las consecuencias de no haber actuado para resolver los problemas de hambre, pobreza, contaminación, falta de electricidad y, en general, la devastación causada por el desconocimiento de los objetivos de desarrollo sostenible y su aplicación. Es aquí donde el jugador pasa a otro escenario donde, a través de una máquina del tiempo, puede retroceder algunos años y mitigar los impactos o consecuencias mostrados. En este regreso al pasado, el jugador interactuará con un personaje (Madre), de quien obtiene la recompensa “Agenda 2030 e instrucciones”, donde el jugador obtendrá su primer desafío “El objetivo es cuidar el medio ambiente”, mediante el cual, subiéndose a un bote, podrá recolectar, clasificar y depositar la basura que se encuentra en el río y en la ciudad. El jugador se enfrenta a retos de aprendizaje de mayor dificultad, donde debe unir o buscar palabras y resolver problemas

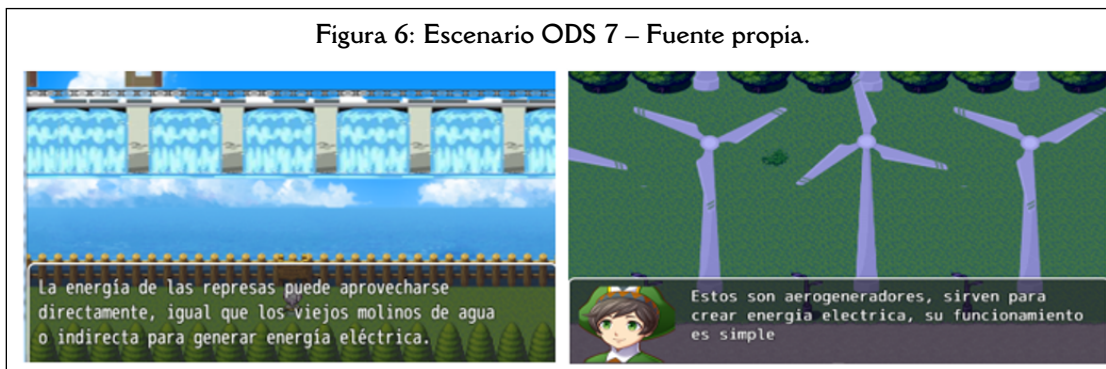
matemáticos. Esto lo invita a participar en un juego donde compite consigo mismo en los retos, evaluando sus conocimientos. Con esto, el jugador activa la exploración del conocimiento (Wang et al., 2022), y el videojuego involucra a los estudiantes, los anima a desarrollar nuevas ideas, promueve el aprendizaje y resuelve problemas (Alwhaibi et al., 2024; Cheung y Ng, 2021; Cole et al., 2024).

Figura 5: Interfaz principal Save the earth – Fuente propia.



En los diferentes escenarios, el fondo y la caracterización de los personajes están relacionados con la temática de los ODS trabajados, por ejemplo (Figura 6) cuando se habla del objetivo 7 energía asequible y no contaminante, los fondos están representados por imágenes de energías renovables, orientando al jugador a la apropiación y relación de la temática.

Figura 6: Escenario ODS 7 – Fuente propia.



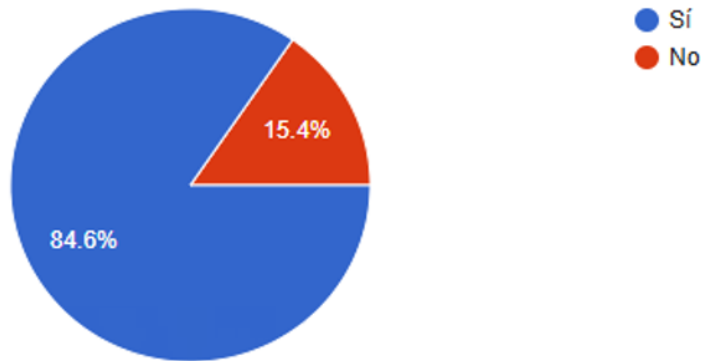
Al crear la narrativa de cada escenario, se definió la conjugación de la dinámica, la mecánica y los componentes en cada sprint, junto con la aplicación del proceso de pruebas de calidad de software (Mera-Paz, 2016b) con cada hallazgo o incidente. Se llevó a cabo el refinamiento o la mejora continua del código mediante ciclos iterativos e incrementales.

#### 4. Discusión y análisis de resultados

Los resultados obtenidos muestran que el videojuego serio Save the Earth, desarrollado con una

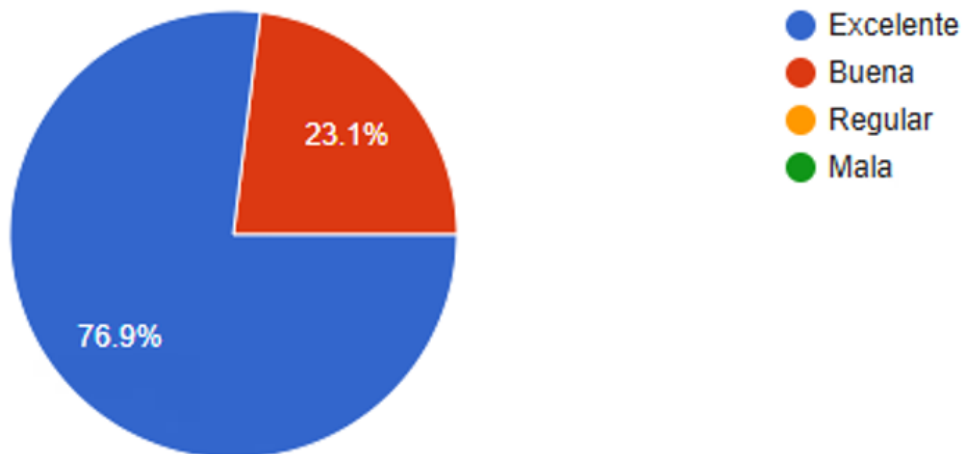
metodología basada en la gamificación, facilita el reconocimiento y la apropiación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) por parte del alumnado. La implementación de grupos focales y encuestas con docentes y estudiantes de las instituciones educativas participantes fue fundamental para recopilar información clave para la mejora del prototipo y el ajuste del modelo, considerando las experiencias adquiridas en cada visita a las comunidades. Por su parte en la encuesta aplicada a 70 de los participantes del proyecto, se les consultó: ¿Considera que hay una relación entre los objetivos de desarrollo sostenibles y la enseñanza y aprendizaje? los resultados obtenidos sugieren una fuerte correlación entre las variables de enseñanza-aprendizaje y los ODS (figura 7).

Figura 7: Respuestas a encuesta – Fuente propia.



La coexistencia de estas variables es crucial para que los conocimientos adquiridos por el alumnado se traduzcan en acciones que contribuyan a la protección del planeta y a la mejora de las condiciones de vida y el bienestar, tanto en sus comunidades locales como con una visión global. Este hallazgo subraya la necesidad de una pedagogía integradora que promueva la conciencia sostenible desde una edad temprana, facilitada por herramientas lúdicas como los videojuegos serios. El uso de elementos de gamificación (dinámicas, mecánicas y componentes), combinado con el marco SCRUM, permitió al equipo de investigación desarrollar una estrategia de diseño eficaz, con un enfoque ágil y diferencial. Esta estructura no solo facilitó la creación de un producto innovador y medible, sino que también se validó con éxito en la comunidad de La Guajira, donde 70 participantes entre estudiantes y docentes evaluaron positivamente la implementación del videojuego (Figura 8).

Figura 8: Validación a través de la encuesta – Fuente propia.



La aceptación del videojuego en este contexto destaca la viabilidad de las herramientas gamificadas para fortalecer el aprendizaje de los ODS en diversos entornos educativos. Una ventaja significativa del enfoque empleado fue la comunicación asertiva y la valoración de las opiniones dentro del equipo. La implementación del marco SCRUM permitió una planificación y un control adecuados de cada etapa, garantizando el cumplimiento de los sprints y una evolución constante del incremento del producto. Este proceso empoderó a cada miembro del equipo en sus respectivos roles, fomentando una sólida colaboración y una toma de decisiones informada. La aplicación de pruebas de calidad en cada sprint fue esencial para garantizar la precisión y la consistencia en el desarrollo del videojuego, cumpliendo con los estándares de un videojuego serio y educativo. Este proceso permitió una exploración más profunda de las variables de investigación, mejorando la correlación entre los elementos de enseñanza-aprendizaje y los ODS. Las pruebas realizadas en cada iteración facilitaron el perfeccionamiento continuo del software, garantizando su capacidad para abordar las particularidades de los ODS y optimizar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

## 5. Conclusiones

Este proceso de investigación logró contribuir de manera interdisciplinaria, fortaleciendo elementos propios de la pedagogía en el marco de la enseñanza y el aprendizaje, empleando de forma armónica e integral elementos de las tecnologías de la Industria 4.0, particularmente los videojuegos serios como herramienta que permite mejorar la atención y la motivación en el desarrollo de competencias y habilidades que contribuyen a un aprendizaje cada vez más sólido y reflexivo por parte de alumnos y profesores. Es evidente que existe una tendencia hacia el desarrollo de videojuegos orientados a dispositivos móviles y en línea; el equipo de investigación está trabajando en mejorar el videojuego con una funcionalidad web responsiva que le permita funcionar en diferentes dispositivos (Rapaka et al., 2025).

Para los expertos (profesores de la muestra), aplicar la gamificación y crear un videojuego serio resultó muy motivador, ya que les ofreció otra forma de ver el contenido educativo orientado al cambio tecnológico y social en el aprendizaje de los objetivos de desarrollo sostenible, combinándolo con contenido lúdico que los desafió intelectualmente con un nivel de complejidad creciente, promoviendo la atención. generando emociones y luego de haber vivido la experiencia los formadores pueden replicar esta para el uso y apropiación del aprendizaje (Yamani, 2021), una recomendación a tomar en cuenta, expresada por uno de los docentes, es implementar una forma de acceso al seguimiento del progreso de los estudiantes e incluir un cuestionario de autoevaluación de conocimientos en los retos.

Se concluye que en el proyecto haber adaptado las mecánicas, dinámicas y componentes a la narrativa para articular las variables del modelo de enseñanza-aprendizaje y los objetivos de desarrollo sostenible es un logro significativo, ya que mide el conocimiento antes y después de los grupos focales con estudiantes y docentes. Con el desarrollo del proyecto de investigación, fue posible analizar cómo la lúdica y la usabilidad promovieron diferentes aprendizajes en los estudiantes respecto al propósito del aprendizaje y la enseñanza, posibilitando la expresión creativa y la apropiación de conocimientos que impactan en las acciones sociales dentro y fuera del aula. En nuestro proceso de validación, estudiantes y docentes de tres regiones diferentes de Colombia fueron las muestras para llevar a cabo el análisis de necesidades, el diseño, la construcción y la validación, incluyendo la percepción de cambios o ajustes necesarios en la dinámica, los componentes y las mecánicas del videojuego, e incluso en la estética de los personajes y escenarios, en términos de sus colores, formas e imagen. Los estudios futuros necesitan diversificar otras regiones, además de esto, los aportes que realizan los docentes de La Guajira son la posibilidad de que el videojuego pueda ser configurable en cuanto a los personajes, escenarios y diálogos siendo cercanos a la cultura de cada región, por otro lado, una sugerencia común es que exista la opción de juego colaborativo para resolver retos en equipo, a su vez, mencionó la importancia de construir una o varias formas de evaluación, para que el docente pueda monitorear el progreso de apropiación de los estudiantes y no hacerlo de forma manual, como se hace actualmente.

## Apoyos

Los autores agradecen el apoyo de la Universidad Cooperativa de Colombia, particularmente a través del Proyecto INV3796 - Implementación de una plataforma de gestión de proyectos en energía limpia y

economía circular basados en inteligencia artificial, y brindamos un agradecimiento especial al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y al Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), patrocinadores clave de esta iniciativa bajo la Convocatoria 951 – Fortalecimiento del Conocimiento Geocientífico y Tecnológico de las Fuentes de Energía No Convencional.

## Referencias

- Al MohamadSaleh, A. y Alzahrani, S. (2023). Development of a Maturity Model for Software Quality Assurance Practices. *Systems*, 11(9), 464. <https://doi.org/10.3390/systems11090464>
- Alwhaibi, R. M., Alotaibi, M. S., Almutairi, S. F., Alkhudhayr, J. E., Alanazi, R. F., Al Jamil, H. F. y Aygun, Y. (2024). Exploring the Relationship Between Video Game Engagement and Creative Thinking in Academic Environments: Cross-Sectional Study. *Sustainability*, 16(20), 9104. <https://doi.org/10.3390/su16209104>
- Azevedo Santos, S., Nelmi Trevisan, L. y Rosa Veloso, E. F. (2021). Results and Elasticity of Gamification in Training and Development Processes. *Gestão & Regionalidade*, 37(111), 251–267. <https://doi.org/10.13037/gr.vol37n111.6810>
- Bagur Pons, S., Rosselló Ramon, M. R., Paz Lourido, B. y Verger, S. (2021). El Enfoque integrador de la metodología mixta en la investigación educativa. *RELIEVE - Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 27(1), 3. <https://doi.org/10.30827/relieve.v27i1.21053>
- Caño de Las Heras, S., Gargalo, C. L., Udugama, I. A., Gernaey, K. V. y Krühne, U. (2020). *An Educational Bioprocess Simulator (BioVL): Introduction of Disturbances*. Abstract from 2020 AIChE Annual Meeting. [https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/238041131/AICHeEduc\\_simoca.pdf](https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/238041131/AICHeEduc_simoca.pdf)
- Chen, P.-H. (2020). The Design of Applying Gamification in an Immersive Virtual Reality Virtual Laboratory for Powder-Bed Binder Jetting 3DP Training. *Education Sciences*, 10(7), 172. <https://doi.org/10.3390/educsci10070172>
- Cheung, S. Y. y Ng, K. Y. (2021). Application of the Educational Game to Enhance Student Learning. *Frontiers in Education*, 6, 623793. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.623793>
- Cole, C., Parada, R. H. y Mackenzie, E. (2024). A scoping review of video games and learning in secondary classrooms. *Journal of Research on Technology in Education*, 56(5), 544–577. <https://doi.org/10.1080/15391523.2023.2186546>
- Cornejo-Aparicio, V., Ortiz-Mamani, W., Maraza-Itomacedo, D. y Flores-Silva, S. (2021). Documento de diseño de un videojuego (GDD) para uso educativo. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E46), 125–136. <https://www.proquest.com/openview/5896f6d62820088603d9e06bdcc46992>
- Estrada-Perea, B. M. y Pinto-Blanco, A. M. (2021). Análisis comparativo de modelos educativos para la educación superior virtual y sostenible. *Entramado*, 17(1), 168–184. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.6131>
- Fernández Hernández, T. (2021). *Estudio de metodologías ágiles en la gestión de proyectos industriales* [Bachelor Thesis, Universidad de Valladolid]. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/47939>
- Furlough, C. S. y Gillan, D. J. (2018). Mental Models: Structural Differences and the Role of Experience. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 12(4), 269–287. <https://doi.org/10.1177/1555343418773236>
- Grebić, B. y Stojanović, A. (2021). Application of the Scrum Framework on Projects in IT Sector. *European Project Management Journal*, 11(2), 37–46. <https://doi.org/10.18485/epmj.2021.11.2.4>
- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M. A. y Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 275–285. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004>
- Hernández-López, A., Colomo-Palacios, R., García-Crespo, Á. y Soto-Acosta, P. (2010). Team Software Process in GSD Teams: A Study of New Work Practices and Models. *International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals (IJHCITP)*, 1(3), 32–53. <https://doi.org/10.4018/jhcitp.2010070103>
- Herrero Debón, A., Roselló Ferragud, D., Moll López, S. E., Morañó Fernández, J. A., Sánchez Ruiz, L. M., Sánchez López, S., Vega Fleitas, E., et al. (2023). Aprendizaje basado en juegos con elementos de rol empleando RPG Maker MZ. *Modelling in Science Education and Learning*, 16(1), 55–65. <https://doi.org/10.4995/msel.2023.18975>
- Jatnika, H., Rifai, M. F. y Napitupulu, L. T. E. (2023). Implementation of the Rational Unified Process (Rup) Method in Designing a Web-Based Certification Scheduling Application (Citation) on Itcc Itpln. *Syntax Idea*, 5(4), 452–458. <https://doi.org/10.46799/syntax-idea.v5i4.2188>
- Jirout, J. J., Zumbunn, S., Evans, N. S. y Vitiello, V. E. (2022). Development and Testing of the Curiosity in Classrooms Framework and Coding Protocol. *Frontiers in Psychology*, 13, 875161. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.875161>
- Kendall, K. E. y Kendall, J. E. (2011). *Análisis y diseño de sistemas*. Pearson.
- Laufer, M., Leiser, A., Deacon, B., Perrin de Brichambaut, P., Fecher, B., Kobsda, C. y Hesse, F. (2021). Digital higher education: a divider or bridge builder? Leadership perspectives on edtech in a COVID-19 reality. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 51. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00287-6>
- Leal Filho, W., Raath, S., Lazzarini, B., Vargas, V. R., de Souza, L., Anholon, R., Quelhas, O. L. G., et al. (2018). The role of transformation in learning and education for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 199, 286–295. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.017>
- Legaki, N.-Z., Xi, N., Hamari, J., Karpouzis, K. y Assimakopoulos, V. (2020). The effect of challenge-based gamification on learning: An experiment in the context of statistics education. *International Journal of Human-Computer Studies*, 144, 102496. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2020.102496>
- Machado, L. R., Rutzig, M. B. y Fontoura, L. M. (2024). Enhancing Collaboration Between 3D Artists and Programmers in Game Development with Agile Practices. En *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)* (pp. 82–93). SBC. <https://doi.org/10.5753/sbgames.2024.240512>

- Martín-Párraga, L., Palacios-Rodríguez, A. y Gallego-Pérez, Ó. M. (2022). ¿Jugamos o gamificamos? Evaluación de una experiencia formativa sobre gamificación para la mejora de las competencias digitales del profesorado universitario. *Alteridad. Revista de Educación*, 17(1), 36–52. <https://doi.org/10.17163/alt.v17n1.2022.03>
- Mera-Paz, J. A. (2016a). Gamificación una estrategia de fortalecimiento en el aprendizaje de la ingeniería de sistemas, experiencia significativa en la Universidad Cooperativa de Colombia sede Popayán. *Revista Científica*, 26, 3–11. <https://doi.org/10.14483/23448350.11085>
- Mera-Paz, J. A. (2016b). Software quality testing process analysis. *Ingeniería Solidaria*, 12(20), 163–176. <https://doi.org/10.16925/in.v12i20.1482>
- Mera-Paz, J. A., Ruano Ibarra, L. E., Enriquez Ponce, M. A. y Gómez Quiros, P. A. (2025). Investigación Formativa: Fomentando la Ciencia y la Comunidad en el Cauca a través de Métodos Innovadores. *Comunicar*, 33(83), 25–36. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17216482>
- Mertens, D. M. (2010). Transformative Mixed Methods Research. *Qualitative Inquiry*, 16(6), 469–474. <https://doi.org/10.1177/1077800410364612>
- Morož, M. J. y Calagiu, B. (2018). Gamification of Immersive Meditation Practice in Virtual Reality. *Journal of Games, Game Art, and Gamification*, 3(1), 8–13. <https://doi.org/10.21512/jggag.v3i1.7233>
- Ogneviuk, V., Maletskaya, M., Vinnikova, N. y Zavadskyi, V. (2022). Videogame as Means of Communication and Education: Philosophical Analysis. *Wisdom*, 1(21), 101–116. <https://doi.org/10.24234/wisdom.v2i1i.626>
- Ortiz-Colón, A.-M., Jordán, J. y Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educação e Pesquisa*, 44, e173773. <https://doi.org/10.1590/s1678-4634201844173773>
- Raffo Ibarra, G. A. y Yangali Vicente, J. S. (2021). Gamificación como estrategia de fortalecimiento de competencias en estudiantes del posgrado. *RISTI: Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 44, 21–37. <https://doi.org/10.17013/risti.44.21-37>
- Rapaka, A., Dharmadhikari, S. C., Kasat, K., Mohan, C. R., Chouhan, K. y Gupta, M. (2025). Revolutionizing learning – A journey into educational games with immersive and AI technologies. *Entertainment Computing*, 52, 100809. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2024.100809>
- Romero Rodríguez, L., Sánchez-Alzola, A. y Salazar, A. (2025). Serious Games in Engineering Education: Assessing Novelty Effects and the Influence of Prior Gaming Experience. *Computer Applications in Engineering Education*, 33(3), e70021. <https://doi.org/10.1002/cae.70021>
- Sánchez-Pacheco, C. L. (2019). Gamificación: Un nuevo enfoque para la educación ecuatoriana. *Revista Docentes 2.0*, 7(2), 96–105. <https://doi.org/10.37843/rtd.v7i2.16>
- Schwaber, K. y Sutherland, J. (2020). *The Scrum Guide*. Scrum.org. <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-US.pdf>
- Siregar, R. R., Nasution, K. y Haramaini, T. (2021). Aplikasi Ujian Online Untuk Siswa Sekolah Menengah Pertama Dengan Menggunakan Metode Rational Unified Process (RUP). *Jurnal Minfo Polgan*, 10(1), 33–41. <https://doi.org/10.33395/jmp.v10i1.10953>
- Soratto, J., Pires de Pires, D. E. y Friese, S. (2020). Thematic content analysis using ATLAS.ti software: Potentialities for researches in health. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 73(3), e20190250. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2019-0250>
- Timotheou, S., Miliou, O., Dimitriadis, Y., Sobrino, S. V., Giannoutsou, N., Cachia, R., Monés, A. M., et al. (2023). Impacts of digital technologies on education and factors influencing schools' digital capacity and transformation: A literature review. *Education and Information Technologies*, 28(6), 6695–6726. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11431-8>
- United Nations. (2024). *The Sustainable Development Goals Report 2024*. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2024>
- Vendrell-Moranco, M. y Johnston, S.-K. (2025). Juegos serios y disposición de pensamiento crítico: Una revisión sistemática. *Comunicar*, 33(83), 1–12. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17216417>
- Wang, L.-H., Chen, B., Hwang, G.-J., Guan, J.-Q. y Wang, Y.-Q. (2022). Effects of digital game-based STEM education on students' learning achievement: a meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00344-0>
- West, M., Yildirim, O., Harte, A. E., Ramram, A., Fleury, N. W. y Carabias-Hütter, V. (2019). Enhancing citizen participation through serious games in virtual reality. En *24th International Conference on Urban Planning, Regional Development and Information Society (REAL CORP 2019)* (pp. 881–888). Competence Center of Urban and Regional Planning. <https://doi.org/10.21256/zhaw-3332>
- Yamani, H. A. (2021). A Conceptual Framework for Integrating Gamification in eLearning Systems Based on Instructional Design Model. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(4), 14–33. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i04.15693>