

«Agentes del tiempo»: evaluación de la experiencia de usuario para la enseñanza interdisciplinar de temáticas ambientales

Cecilia Beatriz Di Capua (autora de contacto)

Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas/Dirección de Comunicación de la Ciencia/Área de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de la Universidad Nacional de Rosario (Argentina)
ceciliadicapua@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0002-8982-3489>

María Soledad Casasola

Facultad de Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales/Dirección de Comunicación de la Ciencia/Área de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de la Universidad Nacional de Rosario (Argentina)
mscasasola@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0003-0668-2535>

Extracto

El videojuego educativo *Agentes del tiempo* ha sido diseñado para abordar una problemática ambiental relacionada con las especies exóticas invasoras desde un enfoque interdisciplinario. Este estudio evalúa la experiencia de usuario de *Agentes del tiempo* en docentes en formación de nivel primario y secundario, para valorar su potencial como herramienta didáctica en educación ambiental. A través de un enfoque mixto, se analizó la experiencia en términos de navegación, efectividad, arquitectura de la información, motivación e inmersión en la interfaz. Los resultados indican una recepción positiva, destacando la capacidad del juego para involucrar a los usuarios y facilitar la adquisición de conocimientos en geografía y biología. Los hallazgos sugieren que el juego promueve una comprensión interdisciplinaria y permite introducir el tema de especies invasoras, en particular el mejillón dorado. Además, se recomiendan mejoras en la usabilidad para optimizar la fluidez del juego y su función en el aprendizaje escolar. Finalmente, *Agentes del tiempo* muestra un potencial prometedor como recurso para la educación ambiental, fomentando el compromiso estudiantil (hombres y mujeres) en temáticas ambientales complejas mediante el aprendizaje basado en juegos.

Palabras clave: especies introducidas; especies invasoras; biodiversidad; desarrollo sostenible; educación ambiental; videojuegos; educación para el desarrollo sostenible; juego educativo.

Recibido: 12-11-2024 | Aceptado: 27-03-2025 | Publicado: 06-05-2025

Cómo citar: Di Capua, C. B. y Casasola, M. S. (2025). «Agentes del tiempo»: evaluación de la experiencia de usuario para la enseñanza interdisciplinar de temáticas ambientales. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 31, 90-121. <https://doi.org/10.51302/tce.2025.24183>

«Agentes del tiempo»: user experience evaluation for interdisciplinary teaching of environmental topics

Cecilia Beatriz Di Capua (corresponding author)

Faculty of Biochemical and Pharmaceutical Sciences/Science Communication Department/Science, Technology, and Innovation for Development of the Universidad Nacional de Rosario (Argentina)
ceciliadicapua@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0002-8982-3489>

María Soledad Casasola

Faculty of Political Science and International Relations/Science Communication Department/Science, Technology, and Innovation for Development of the Universidad Nacional de Rosario (Argentina)
mscasasola@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0003-0668-2535>

Abstract

The educational video game *Agentes del tiempo* has been designed to address an environmental issue related to invasive alien species from an interdisciplinary approach. This study evaluates the user experience of *Agentes del tiempo* among primary and secondary school trainee teachers to assess its potential as an educational tool in environmental education. Using a mixed-methods approach, the experience was analyzed in terms of navigation, effectiveness, information architecture, motivation, and immersion within the interface. The results indicate a positive reception, highlighting the game's ability to engage users and facilitate knowledge acquisition in geography and biology. Findings suggest that the game promotes an interdisciplinary understanding and enables the introduction of invasive species topics, specifically the golden mussel. Additionally, usability improvements are recommended to enhance game flow and its effectiveness in school learning. Overall, *Agentes del tiempo* shows promising potential as a resource for environmental education, fostering student (men and women) engagement in complex environmental topics through game-based learning.

Keywords: introduced species; invasive species; biodiversity; sustainable development; environmental education; video games; education for sustainable development; educational games.

Received: 12-11-2024 | Accepted: 27-03-2025 | Published: 06-05-2025

Citation: Di Capua, C. B. and Casasola, M.S. «Agentes del tiempo»: user experience evaluation for interdisciplinary teaching of environmental topics. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 31, 90-121. <https://doi.org/10.51302/tce.2025.24183>

Sumario

1. Introducción

- 1.1. Desafíos de la educación ambiental
- 1.2. El aprendizaje basado en juegos como estrategia pedagógica
- 1.3. Videojuego *Agentes del tiempo*

2. Objetivos

3. Método

4. Resultados

- 4.1. Evaluación de la experiencia de usuario del videojuego *Agentes del tiempo*
- 4.2. Análisis del potencial del videojuego *Agentes del tiempo* para el abordaje interdisciplinar de las problemáticas ambientales

5. Discusión

6. Conclusiones

Referencias bibliográficas

Nota: las autoras del artículo declaran que todos los procedimientos llevados a cabo para la elaboración de este trabajo de investigación se han realizado de conformidad con las leyes y directrices institucionales pertinentes. Asimismo, las autoras del artículo han obtenido el consentimiento informado (libre y voluntario) por parte de todas las personas intervinientes en este estudio de investigación. Los datos de la encuesta están disponibles en el Repositorio de Datos Abiertos de la Universidad Nacional de Rosario: Di Capua, C. B. (2024). *Datos relevados en la encuesta de evaluación de la experiencia de usuario del videojuego educativo «Agentes del tiempo»*. <https://doi.org/10.57715/UNR/CLUDBWA>. RDA UNR. Licencia de uso Creative Commons.

1. Introducción

1.1. Desafíos de la educación ambiental

La enseñanza de las ciencias en el ámbito educativo afronta constantes desafíos, especialmente al intentar desarrollar habilidades científicas en los estudiantes. Tradicionalmente, la educación en ciencias naturales se ha basado principalmente en la transmisión de conocimientos mediante clases magistrales, priorizándose la memorización de conceptos procesados, sin mostrar el proceso de construcción de los mismos (Gellon *et al.*, 2005). Las tendencias pedagógicas actuales, en cambio, promueven una construcción activa del conocimiento, en la que los estudiantes deben integrar diversas áreas del saber, desarrollar un pensamiento crítico y participar activamente en la resolución de problemas (Furman, 2021), siendo el rol docente un pilar fundamental para este propósito (Menéndez, 2024). Se intenta mostrar el proceso científico y no solo el producto final. Esto resulta particularmente relevante cuando se abordan problemáticas ambientales complejas, como el cambio climático, la deforestación, la sobreexplotación de recursos naturales o la pérdida de biodiversidad, entre otros. La educación ambiental no tiene como propósito solo informar, sino que debe abordarse desde una perspectiva interdisciplinaria para comprender la complejidad de los problemas socioambientales, integrando saberes de distintas disciplinas y actores. Al mismo tiempo, el pensamiento crítico es esencial para cuestionar modelos de desarrollo, formas de consumo e intereses en juego, promoviendo un aprendizaje transformador y comprometido con el entorno (Guerrero Tamayo, 2024).

En varios países de Iberoamérica se ha desarrollado legislación que contempla la introducción de políticas de sensibilización de la ciudadanía sobre temáticas ambientales. En México, la Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, publicada en 1988 y actualizada con reformas en el año 2024, establece la educación ambiental como un instrumento para la formación ciudadana. La reforma educativa llevada a cabo en 2017 en ese país incorpora la educación ambiental en los diseños curriculares. Sin embargo, se detecta en la misma falta de profundidad, desconexión con otros contenidos y ausencia de un enfoque crítico y multidimensional (García Jiménez, 2022). En Brasil, la Ley n.º 9795 busca integrar la educación ambiental en todos los aspectos del sistema educativo, fomentar la participación de la comunidad, así como promover una visión crítica y participativa. En Colombia, se ha establecido la Política Nacional de Educación Ambiental a través de la Ley 1549, del año 2012. Allí se enfatiza la integración transversal de la educación ambiental en las escuelas y la formación continua de los docentes. Además, la ley busca garantizar que

la educación ambiental sea relevante y efectiva en la promoción de una ciudadanía crítica y comprometida. En España, se aprobó en 2021 el Plan de Acción de Educación Ambiental para la Sostenibilidad 2021-2025, propuesto por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y el Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes (s. f.). Las actividades se han planteado para un periodo cuatrianual con el objeto de fortalecer la integración de la educación ambiental en el sistema educativo, desarrollar competencias para la sostenibilidad y apoyar la investigación y la innovación en este campo. En Argentina, en el año 2021, se sancionó la Ley 27621, que establece la educación ambiental integral. allí se concibe la implementación de la educación ambiental en todos los niveles y modalidades del sistema educativo, promoviendo un enfoque transversal que fomente la conciencia y la acción para la sostenibilidad y el respeto por el medioambiente.

Una problemática vinculada con la conservación de la biodiversidad es la introducción de especies exóticas. Los organismos que han sido movilizados por la acción humana –intencional o accidental– de su lugar de origen a uno nuevo se vuelven especies exóticas. Cuando, además, causan desplazamiento de especies nativas, alteraciones del ecosistema, daños a la salud de la población o problemas socioeconómicos, se las considera invasoras (Argentina.gob.ar, s. f.). Uno de los principales desafíos ligados a las invasiones biológicas es el desconocimiento que existe sobre los mismos en los docentes. Según una encuesta realizada por Sosa *et al.* (2021) a un grupo de docentes y estudiantes de profesorado, más de la mitad de los participantes desconocían las invasiones biológicas, destacando la importancia de la comunicación para involucrar a la sociedad y a los educadores en la gestión de las especies invasoras. En el mismo sentido, una investigación realizada mediante un cuestionario a estudiantes del último curso del profesorado en Ciencias Biológicas pertenecientes a cuatro instituciones educativas de nivel superior de la provincia de Buenos Aires (Argentina) también arrojó datos relevantes. En ella se indica que los participantes tenían bastante clara la definición de «especie exótica», pero mostraban confusiones conceptuales en relación con las invasiones biológicas (Vilches *et al.*, 2016). En un estudio realizado en el norte de Argentina en la provincia de Tucumán, se detectó que algunos alumnos de nivel medio no eran capaces de hacer una discriminación adecuada entre el entorno de la ciudad y el natural, lo que podría llevarlos a vincular la noción de especies nativas con aquellas que les resultaran conocidas o familiares. A su vez, a los autores les resultó preocupante que los alumnos mostraran una perspectiva enfocada principalmente en los beneficios económicos y directos de las aves y las plantas, mientras que solo unos pocos evidenciaron conocimientos sobre sus beneficios ecológicos indirectos (López *et al.*, 2010).

Estas brechas conceptuales en el reconocimiento de las especies autóctonas y en la apropiación de definiciones ligadas a las invasiones biológicas demandan la producción de materiales didácticos informativos. Una estrategia para facilitar el conocimiento sobre la biodiversidad y fomentar su conservación es la utilización de colecciones biológicas, en particular las virtuales, ya que amplían las posibilidades de enseñanza en diversos contextos (Darrigran *et al.* 2023). En esta línea, Darrigran *et al.* (2008) explican conceptos sobre la introducción de especies exóticas, implicancias de las invasiones biológicas, y aportan he-

herramientas didácticas para su uso en el aula. Los autores plantean que es fundamental la sensibilización de la sociedad, siendo crítico el rol de las instituciones educativas en esta misión.

1.2. El aprendizaje basado en juegos como estrategia pedagógica

El uso de tecnologías educativas ha demostrado ser una herramienta eficaz para el desarrollo de competencias transdisciplinarias, fomentando la creatividad, la motivación y el pensamiento crítico (Borras Gené, 2016; Fernández Olivero y Simón Medina, 2022; González González, 2014; Martínez Navarro, 2017; Manzano León *et al.*, 2020).

En particular, el aprendizaje basado en juegos y la gamificación son dos ejemplos de utilización de tecnología educativa. Ambas metodologías han demostrado su potencial para motivar y comprometer a los estudiantes en su proceso de aprendizaje. En sendos casos, se busca introducir juegos o actividades lúdicas en contextos donde tradicionalmente no los hay. En particular, el aprendizaje basado en juegos propone hacer uso de este recurso como enfoque pedagógico implementando propuestas ludificadas en planificaciones docentes. Esto permite explorar actividades propias de una o varias disciplinas e integrar competencias transversales. La gamificación puede ser especialmente útil para romper con la pasividad que promueven las clases magistrales tradicionales, donde el docente simplemente transmite conocimientos y los estudiantes toman notas (Martínez Navarro, 2017). En una línea similar, pero con fines distintos, se deben mencionar los juegos serios (*serious games*), cuyo objetivo de desarrollo es enseñar habilidades o conocimientos concretos. Se utilizan en campos como la educación, la salud, la industria, el gobierno y otros sectores para capacitar, simular situaciones reales o enseñar habilidades especializadas (López Raventos, 2016).

La aplicación de estrategias que involucren activamente al estudiante puede fomentar el entusiasmo hacia asignaturas que a menudo generan rechazo en los adolescentes (Illescas-Cárdenas *et al.*, 2020). Los videojuegos educativos se destacan como una estrategia prometedora para la enseñanza, contribuyendo no solo a la adquisición de contenidos, sino también al desarrollo de habilidades socioemocionales y digitales (Barz *et al.*, 2024; Luzardo *et al.*, 2019).

Existen numerosos antecedentes internacionales sobre la aplicación exitosa del aprendizaje basado en juegos y la gamificación en todos los niveles educativos e incluso en contextos empresariales (Cornellà Canals *et al.*, 2018; Estellés Miguel *et al.*, 2017; Kroski, 2020; López, 2019; Manzano León *et al.*, 2020; Moreno Fuentes, 2019). Cornellà Canals *et al.* (2018) repasan muchas experiencias y metodologías de gamificación concluyendo que estas propuestas favorecen la motivación en los estudiantes, lo cual propicia que el aprendizaje sea más activo y participativo. Algunos de los aspectos que hay que destacar del aprendizaje basado en juegos son la posibilidad de retroalimentación inmediata, el refuerzo del buen desempeño, los objetivos y aprendizajes personalizables y la adaptación de la complejidad según las habilidades del usuario (Krath *et al.*, 2021).

Cabe destacar una experiencia llamada Proyecto Game to Learn desarrollada en escuelas primarias de Valencia (España) utilizando juegos digitales educativos con el objetivo de potenciar inteligencias lógico-matemática, naturalista y lingüística. El grupo de investigadores observó que la aplicación de la metodología facilitaba el aprendizaje y mejoraba las habilidades y capacidades de sus estudiantes (Moral Pérez *et al.*, 2016). Otro caso que cabe mencionar es el publicado por Moreno Fuentes (2019), en el que se utiliza un *breakout EDU*, es decir un juego de escape aplicado a la educación. La herramienta fue puesta en práctica en la asignatura Lenguas Extranjeras de la carrera de Educación Primaria del Centro Universitario Sagrada Familia (España). Como resultado se reportó un aumento en el nivel de motivación y el fomento del trabajo colaborativo en los estudiantes, así como una mejor incorporación de las competencias y contenidos propios de la asignatura. Por otro lado, en la enseñanza de clases de historia se ha demostrado que los videojuegos y las tecnologías en general son positivamente valoradas por el estudiantado, algo que se ve plasmado en las evaluaciones de la adquisición de contenidos conceptuales históricos (Gómez Trigueros, 2018). Los juegos de estrategia colaboran en la comprensión de la causalidad y la temporalidad, así como los de recreación de escenarios parecen ayudar a los usuarios a comprender la relevancia y perspectiva histórica (Jiménez Alcázar *et al.*, 2020). En la formación de carreras ligadas a la ingeniería se detectan resultados en el mismo sentido, observándose que la competencia puede ser efectiva en el aprendizaje y para su futuro profesional (Cubela *et al.*, 2023).

Otro grupo de investigación halló que el nivel de desafío de un videojuego es un buen predictor de los logros de aprendizaje de esta área disciplinar (Hamari *et al.*, 2016). Rincon-Flores *et al.* (2018) han encontrado que la gamificación tiene muy buenos resultados como promotora de habilidades matemáticas en estudiantes universitarios. Asimismo, los autores concluyeron que la implementación de la gamificación debe ser sostenida con una evaluación y metaevaluación (revisión de la forma en que se evalúa) constante que permita hacer ajustes tendentes a mejorar la efectividad del aprendizaje.

Una reciente recopilación de juegos apropiados para la educación ambiental reveló un creciente interés por el desarrollo de juegos y materiales didácticos, aunque también evidenció una escasa disponibilidad en abordajes que contemplan la mirada compleja e interdisciplinar que demanda la educación ambiental actual (Di Capua, 2024). En particular, en cuanto a la investigación sobre el uso de juegos en la educación relacionados con la biodiversidad y las especies nativas y exóticas destacan algunas publicaciones. En Argentina, un trabajo realizado por docentes e investigadores del Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas [CONICET]/ Universidad Nacional de Córdoba [UNC]) presentó el juego de tablero *Vecinas invasoras*, que aborda todas las etapas del proceso de invasión de especies exóticas, enfatizando el valor del formato lúdico y la importancia de incluir problemáticas ambientales en la agenda educativa (Maubecin *et al.*, 2022). Otro trabajo, realizado por miembros del Departamento de Ciencias Exactas y Naturales de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de La Plata (Argentina), propone una actividad lúdica con

charlas introductorias, juegos de tres rondas y debates, destacando la prevención como la estrategia óptima frente a las invasiones biológicas y reflexionando sobre el impacto positivo de estas actividades en la construcción flexible y significativa del conocimiento de los alumnos (Vilches *et al.*, 2015). En Colombia se evaluó el impacto del juego educativo *Eco-Link* en el reconocimiento y el afecto por la fauna nativa en estudiantes de nivel primario. El juego favoreció un aumento significativo en la identificación de animales nativos, aunque no se observaron cambios importantes en el afecto hacia ellos, destacando la necesidad de desarrollar herramientas educativas más efectivas para generar cambios duraderos en la empatía por la fauna nativa (Salas López, 2017).

A pesar de lo prometedor que es el aprendizaje basado en juegos, existe una brecha entre la teoría y la práctica en la investigación de la gamificación, así como una escasez de pautas para su implementación (Alsawaier, 2018). El éxito de la incorporación de la gamificación en la enseñanza depende en gran medida de las percepciones de estudiantes y docentes, ya que, mientras algunos pueden encontrarla motivadora, para otros puede ser distractora (Christopoulos y Mystakidis, 2023). Por ello, es necesario desarrollar estrategias que evalúen las necesidades de los usuarios, así como la eficacia y viabilidad del uso de los juegos para la educación.

1.3. Videojuego *Agentes del tiempo*

El videojuego educativo *Agentes del tiempo*¹ fue diseñado para abordar la problemática de las especies exóticas invasoras desde un enfoque interdisciplinario. La aplicación es apta para dispositivos móviles con sistema operativo Android y puede descargarse de forma gratuita en un subsitio creado dentro de la página de la Universidad Nacional de Rosario (Argentina). Una vez instalado no requiere conexión a internet para su uso. La narrativa del juego sigue a un grupo de jóvenes investigadores con la habilidad de viajar en el tiempo y en el espacio. Su misión es resolver un problema crítico: la falta de agua en una ciudad debido a una obstrucción de las tuberías de la planta potabilizadora. La causa de esta oclusión es una colonia de moluscos de la especie *Limnoperna fortunei*, conocida popularmente como «mejillón dorado», que es una especie exótica invasora en la cuenca del río de la Plata. A medida que el jugador avanza en la historia, va descubriendo que este molusco llegó a la región en la década de los noventa del siglo XX, transportado en el agua de lastre de barcos comerciales provenientes de Asia. El videojuego utiliza una trama detectivesca que invita al usuario a avanzar a través de diferentes pantallas seleccionando entre opciones múltiples. Durante el juego, los agentes consultan a especialistas, como una malacóloga y una historiadora, cuyas contribuciones son clave para comprender los impactos ambientales y económicos del mejillón dorado y para resolver el caso.

¹ *Agentes del tiempo* (<https://unr.edu.ar/agentes-del-tiempo/>).

Figura 1. Captura de pantalla del videojuego *Agentes del tiempo*



2. Objetivos

El objetivo general (OG) de este trabajo fue el siguiente:

OG. Evaluar, a partir de la experiencia de usuario de docentes en formación, las potencialidades vinculadas con la educación ambiental presentes en el videojuego *Agentes del tiempo*, destinado a públicos adolescentes, como herramienta de motivación y apropiación interdisciplinar del conocimiento científico.

Entre los objetivos específicos (OE) destacan dos:

OE1. Releva la experiencia de usuario del videojuego *Agentes del tiempo* por parte de docentes y estudiantes de los profesorado de Geografía y Biología de nivel primario de la ciudad de Rosario (Provincia de Santa Fe, Argentina).

OE2. Analizar el caso del videojuego educativo *Agentes del tiempo* para el abordaje interdisciplinar de problemáticas ambientales en el contexto escolar.

3. Método

Para la evaluación del juego se incluyeron 53 estudiantes y 6 profesores de institutos terciarios de formación docente de Geografía y Biología de nivel primario de la ciudad de Rosario,

tanto públicos como privados. En cuanto al género de los estudiantes, un 76% fueron mujeres cisgénero (40 participantes), un 13% varones cisgénero (7 participantes) y un grupo de 6 personas no informaron acerca de su género. Con relación a la distribución etaria, el rango abarcó desde los 20 hasta los 46 años, siendo el 75% de los participantes menores de 30 años.

La encuesta de evaluación del juego fue elaborada tomando referencias de diversos autores (Echeverría Maggi, 2014; EL Machtani EL Idrissi *et al.*, 2022; González Sánchez *et al.*, 2012; Paniagua-Esquivel *et al.*, 2022; Rienzo y Cubillos, 2020) y se consultaron las normas de la International Organization for Standardization (ISO), reconocidas por establecer estándares internacionales para garantizar la calidad, la seguridad y la eficiencia de productos, servicios y sistemas. La norma UNE-EN-ISO 9241-210:2010, aunque no fue inicialmente elaborada para videojuegos, aborda aspectos relacionados con la usabilidad y la interacción persona-computadora. Sus pautas son aplicables en diversos contextos, incluidos los videojuegos.

Una de las definiciones clave que ofrece la norma es la de experiencia del usuario: «Las percepciones y respuestas de una persona derivadas del uso o uso anticipado de un producto, sistema o servicio» (ISO, s. f.). Asimismo, se establece otro término, la «usabilidad»: «Grado en que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso definido» (ISO, s. f.). Considerando ambas definiciones y su relación con los videojuegos se comprende que la usabilidad es una parte integral de la experiencia de usuario. La primera se centra en la eficiencia, la efectividad y la satisfacción del usuario al realizar tareas específicas en un sistema o producto. En el caso de los videojuegos, la usabilidad se relacionaría con la facilidad de jugar, la comprensión de las mecánicas del juego y el logro de los objetivos de manera intuitiva. Por otro lado, la experiencia de usuario engloba aspectos más amplios, incluyendo emociones, percepciones y respuestas del usuario ante todo el proceso de interacción con el videojuego. Es decir, la experiencia de usuario abarca la usabilidad, pero también se extiende a factores emocionales, estéticos y contextuales. En esta línea de conceptos aparece uno nuevo relacionado de forma más específica con los juegos, la «jugabilidad», el cual comparte similitudes con la usabilidad. La jugabilidad ha sido definida por González Sánchez *et al.* (2012) como «el conjunto de propiedades que describen la experiencia del jugador ante un sistema de juego determinado, cuyo principal objetivo es divertir y entretener de forma satisfactoria y creíble ya sea solo o en compañía» (p. 218). La experiencia del jugador entendida en términos de «usabilidad» o «jugabilidad» ha sido descrita tanto para las etapas de desarrollo de los juegos como en la evaluación del producto final (Evans *et al.*, 2016; González Sánchez y Gutiérrez Vela, 2014; Rienzo y Cubillos, 2020; Navarro-Adelantado y Pic, 2021).

Teniendo en cuenta las definiciones de indicadores proporcionadas por la literatura sobre experiencia de usuario, usabilidad y jugabilidad, en el presente trabajo se desarrolló una encuesta que incorpora los siguientes atributos:

- **Navegación.** Se refiere a la mecánica del juego, los objetivos, las reglas y las formas de interactuar con el videojuego (Echeverría Maggi, 2014).

- **Efectividad.** Evalúa el tiempo y los recursos necesarios para proporcionar diversión al jugador, permitiéndole alcanzar los objetivos propuestos en el videojuego y llegar a su meta final (Echeverría Maggi, 2014; González Sánchez *et al.*, 2012).
- **Arquitectura de información y aprendizaje.** Examina los atributos del juego que facilitan la transferencia del contenido educativo presente en la narrativa (Echeverría Maggi, 2014; González Sánchez *et al.*, 2012).
- **Motivación y satisfacción.** Representa la capacidad del videojuego para estimular al usuario, generando gusto y agrado durante el proceso de juego, lo que motiva al jugador a persistir hasta completar el juego (Echeverría Maggi, 2014; González Sánchez *et al.*, 2012).
- **Interfaz e inmersión.** Engloba las características estéticas, artísticas y gráficas que conectan al usuario con el juego, permitiéndole integrarse de manera efectiva en el mundo virtual que se presenta (Echeverría Maggi, 2014; González Sánchez *et al.*, 2012).

En el cuadro 1, se presentan las afirmaciones propuestas para evaluar cada atributo. Las opciones de respuesta se establecieron en seis categorías, permitiendo así que los encuestados expresaran su grado de acuerdo o desacuerdo con las afirmaciones presentadas: «muy de acuerdo», «de acuerdo», «más o menos de acuerdo», «en desacuerdo», «muy en desacuerdo», «no sabe/no contesta». Con el fin de facilitar la observación de los resultados, las categorías de valoración de la encuesta fueron agrupadas de la siguiente forma:

- Muy de acuerdo/De acuerdo.
- Más o menos de acuerdo/En desacuerdo/Muy en desacuerdo.
- No sabe/No contesta.

Cuadro 1. Atributos y afirmaciones utilizadas en la evaluación de la experiencia de juego

Atributo	Afirmaciones
Navegación	Las acciones de juego (elegir entre opciones) se comprendieron fácilmente.
	El juego mostró errores de operación (botones que no funcionaron, efectos no acordes a la pantalla, etc.).
	La duración del juego fue apropiada.
	Resultó difícil entender cómo se juega.



Atributo	Afirmaciones
Efectividad	El número de intentos (tres) permitidos para responder las preguntas fue suficiente.
	Si se perdieron los tres intentos, el juego regresa al inicio del nivel, perdiendo el progreso obtenido.
	El juego pudo resolverse sin ayuda de otras personas.
	Las pistas indicadas en cada opción facilitaron la resolución del juego.
	La redacción y el vocabulario de las preguntas y pistas fueron de fácil comprensión.
	La posibilidad de elegir nombre de usuario permitió sentirse parte de la investigación.
	La posibilidad de elegir nombre de usuario fue innecesaria.
	El tiempo para contestar las preguntas fue suficiente.
Arquitectura de la información y aprendizaje	Es posible avanzar de pantalla mediante prueba y error sin leer las preguntas o pistas.
	El objetivo del juego es claro desde el inicio.
	La dificultad de la mayoría de las preguntas fue apropiada.
	La temática del juego es interesante.
	La temática del juego era desconocida para mí antes del juego.
	La temática del juego requiere de los aportes de muchas disciplinas (geografía, biología, historia, relaciones internacionales, etc.).
	El juego es muy útil para aprender sobre la introducción de especies exóticas.
	El juego es un buen recurso para aprender temas de geografía y biología.
	En el juego hay una representación equitativa de género.

Atributo	Afirmaciones
Motivación y satisfacción	El videojuego despertó curiosidad.
	El videojuego fue entretenido.
	Fue una novedad usar un videojuego en el aula.
	El juego estimula para llegar al final.
	Volvería a jugar el videojuego.
	Recomendaría el juego a amigos o amigas.
	Quisiera que se elaborara una segunda parte del juego.
Interfaz e inmersión	La interfaz gráfica es muy agradable.
	Las ilustraciones representan de forma correcta el mensaje.
	Los personajes tienen un estilo muy atractivo.
	La narrativa del juego (agentes que viajan en el espacio y en el tiempo para resolver el problema) es novedosa.
	La dinámica detectivesca resulta atractiva.
	El tipo y tamaño de la tipografía (letra) son adecuados.
	La música y los recursos sonoros son adecuados.

Fuente: elaboración propia.

A la lista de afirmaciones se adicionó una consulta sobre la percepción de los usuarios y los docentes con relación a la medida en que consideraban que el videojuego les permitía abordar los siguientes contenidos en sus clases: metodología de investigación científica, hidrología del río Paraná, proceso de potabilización del agua, fauna autóctona del río Paraná, diferenciación entre especies autóctonas y especies no autóctonas, pueblos originarios, costumbres del pueblo Chaná, definición de «malacología», concepto de «especie exótica invasora», descripción del mejillón dorado, comercio entre Argentina y sudeste asiático,

transporte de cargas marítimo, necesidad de interdisciplina para abordar el problema y mujeres científicas. Las categorías de respuesta en este caso fueron tres: «superficial», «moderada» y «profundamente».

La encuesta fue digitalizada utilizando un formulario de Google y compartida con los participantes mediante un código QR.

4. Resultados

4.1. Evaluación de la experiencia de usuario del videojuego *Agentes del tiempo*

El análisis de la experiencia de usuario del videojuego *Agentes del tiempo* reveló una valoración mayoritariamente positiva por parte de los docentes en formación que participaron en el estudio. Los resultados de la encuesta fueron recopilados y analizados. En cuanto a la «Navegación», un 90 % de los participantes indicó que las acciones del juego eran fácilmente comprensibles y un 70 % percibió que la duración del juego era apropiada. Por otro lado, menos de un cuarto de los encuestados encontró dificultades para entender el juego, mientras que cerca del 20 % señaló la presencia de errores de operación (véase cuadro 2).

Cuadro 2. Evaluación del atributo «Navegación»

	Porcentaje de participantes		
	Muy de acuerdo/ De acuerdo	Más o menos de acuerdo/ En desacuerdo/ Muy en desacuerdo	No sabe/ No contesta
Las acciones de juego (elegir entre opciones) se comprendieron fácilmente.	89%	11%	0%
El juego mostró errores de operación (botones que no funcionaron, efectos no acordes a la pantalla, etc.).	21%	79%	0%
La duración del juego fue apropiada.	70%	28%	2%
Resultó difícil entender cómo se juega.	22%	72%	6%

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro 3 se muestran los resultados del atributo «Efectividad», observándose que la mayoría de los participantes consideró que el tiempo y los intentos para responder las preguntas eran suficientes. Sin embargo, aproximadamente la mitad señaló que el juego conduce al usuario al inicio de la etapa, lo que implica perder gran parte del progreso alcanzado hasta ese momento. Más del 90 % encontró las preguntas y pistas de fácil comprensión, y acordó que las pistas ayudaban a la resolución del juego. La mayoría resolvió el juego sin ayuda externa. En cuanto a la opción de elegir un nombre de usuario, alrededor del 70 % sintió que esto les permitió involucrarse en la investigación, mientras que aproximadamente el 30 % lo consideró innecesario.

Cuadro 3. Evaluación del atributo «Efectividad»

	Porcentaje de participantes		
	Muy de acuerdo/ De acuerdo	Más o menos de acuerdo/En desacuerdo/Muy en desacuerdo	No sabe/ No contesta
El número de intentos (tres) permitidos para responder las preguntas fue suficiente.	77 %	19 %	4 %
Si se perdían los tres intentos, el juego regresaba al inicio del nivel, perdiendo el progreso obtenido.	43 %	36 %	21 %
El juego pudo resolverse sin ayuda de otras personas.	87 %	9 %	4 %
Las pistas indicadas en cada opción facilitaron la resolución del juego.	92 %	6 %	2 %
La redacción y el vocabulario de las preguntas y pistas fueron de fácil comprensión.	90 %	8 %	2 %
La posibilidad de elegir nombre de usuario permitió sentirse parte de la investigación.	72 %	23 %	5 %
La posibilidad de elegir nombre de usuario fue innecesaria.	32 %	57 %	11 %
El tiempo para contestar las preguntas fue suficiente.	62 %	32 %	6 %

Fuente: elaboración propia.

Al examinar el atributo de «Arquitectura de la información y aprendizaje», se destacó que el 85 % de los participantes consideraron que el juego era un buen recurso para aprender sobre geografía y biología, así como útil para comprender la introducción de las especies exóticas invasoras. La problemática del mejillón dorado era desconocida para más del 70 % y alrededor de un 80 % la encontró interesante. Para la mayoría, la dificultad de las preguntas fue considerada adecuada y el objetivo del juego se percibió claro desde el principio. Aproximadamente, la mitad de los encuestados indicó que podía avanzar entre pantallas sin leer las preguntas ni las pistas, simplemente respondiendo mediante prueba y error. Respecto a la representación de género, más del 70 % de los participantes la consideró equitativa. Los resultados detallados de la evaluación de este atributo se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Evaluación del atributo «Arquitectura de la información y aprendizaje»

	Porcentaje de participantes		
	Muy de acuerdo/ De acuerdo	Más o menos de acuerdo/En desacuerdo/Muy en desacuerdo	No sabe/ No contesta
Es posible avanzar de pantalla mediante prueba y error sin leer las preguntas o pistas.	45%	51%	4%
El objetivo del juego es claro desde el inicio.	70%	26%	4%
La dificultad de la mayoría de las preguntas fue apropiada.	73%	25%	2%
La temática del juego (mejillón dorado como especie exótica invasora) es interesante.	79%	17%	4%
La temática del juego (mejillón dorado como especie exótica invasora) era desconocida para mí antes del juego.	70%	26%	4%
La temática del juego (mejillón dorado como especie exótica invasora) requiere de los aportes de muchas disciplinas (geografía, biología, historia, relaciones internacionales, etc.).	74%	24%	2%



	Porcentaje de participantes		
	Muy de acuerdo/ De acuerdo	Más o menos de acuerdo/En desacuerdo/Muy en desacuerdo	No sabe/ No contesta
El juego es muy útil para aprender sobre la introducción de especies exóticas.	85 %	8 %	7 %
El juego es un buen recurso para aprender temas de geografía y biología.	85 %	13 %	2 %
En el juego hay una representación equitativa de género.	74 %	15 %	11 %

Fuente: elaboración propia.

En relación con los datos obtenidos sobre el atributo «Motivación y satisfacción», expuestos en el cuadro 5, la mayoría consideró que el juego era entretenido, estimulante, novedoso y con capacidad de despertar la curiosidad del usuario. El 80 % lo recomendaría a sus amigos y desearía que se desarrollara una segunda parte.

Cuadro 5. Evaluación del atributo «Motivación y satisfacción»

	Porcentaje de participantes		
	Muy de acuerdo/ De acuerdo	Más o menos de acuerdo/En desacuerdo/Muy en desacuerdo	No sabe/ No contesta
El videojuego despertó curiosidad.	75 %	21 %	4 %
El videojuego fue entretenido.	79 %	19 %	2 %
Fue una novedad usar un videojuego en el aula.	81 %	13 %	6 %
El juego estimula a llegar al final.	75 %	21 %	4 %
Volvería a jugar el videojuego.	66 %	30 %	4 %

	Porcentaje de participantes		
	Muy de acuerdo/ De acuerdo	Más o menos de acuerdo/En desacuerdo/Muy en desacuerdo	No sabe/ No contesta
Recomendaría el juego a amigos o amigas.	79%	13%	8%
Quisiera que se elaborara una segunda parte del juego.	83%	8%	9%

Fuente: elaboración propia.

Al consultar sobre los atributos relacionados con la «Interfaz e inmersión del juego» (véase cuadro 6), cerca del 80 % de los participantes encontraron atractiva la dinámica detectivesca y el estilo de los personajes del juego. La narrativa fue percibida como novedosa por la mayoría, y la música y efectos sonoros fueron considerados adecuados. En cuanto a la tipografía, el 70 % la consideró adecuada.

Cuadro 6. Evaluación del atributo «Interfaz e inmersión»

	Porcentaje de participantes		
	Muy de acuerdo/ De acuerdo	Más o menos de acuerdo/En desacuerdo/Muy en desacuerdo	No sabe/ No contesta
La interfaz gráfica es muy agradable.	90%	8%	2%
Las ilustraciones representan de forma correcta el mensaje.	92%	6%	2%
Los personajes tienen un estilo muy atractivo.	89%	9%	2%
La narrativa del juego (agentes que viajan en el espacio y en el tiempo para resolver el problema) es novedosa.	83%	15%	2%

	Porcentaje de participantes		
	Muy de acuerdo/ De acuerdo	Más o menos de acuerdo/En desacuerdo/Muy en desacuerdo	No sabe/ No contesta
La dinámica detectivesca resulta atractiva.	81%	15%	4%
El tipo y tamaño de la tipografía (letra) son adecuados.	70%	28%	2%
La música y los recursos sonoros son adecuados.	79%	11%	10%

Fuente: elaboración propia.

4.2. Análisis del potencial del videojuego *Agentes del tiempo* para el abordaje interdisciplinar de las problemáticas ambientales

Como parte de la encuesta realizada, se solicitó a los participantes que expresaran su percepción sobre el grado de profundidad con que el videojuego les permitiría abordar temas específicos en clase. Según los resultados, detallados en el cuadro 7, la mayoría consideró que el videojuego facilitaba el tratamiento de la mayoría de los temas de manera moderada o profunda. Este resultado pone en evidencia el potencial del videojuego como herramienta educativa para tratar temas complejos y multidimensionales en el aula.

Cuadro 7. Evaluación de la percepción de los participantes sobre la profundidad con la que el videojuego permite abordar ciertos contenidos

	Porcentaje de participantes	
	Moderadamente/ Profundamente	Superficialmente
Metodología de investigación científica.	60%	40%
Hidrología del río Paraná.	64%	36%

	Porcentaje de participantes	
	Moderadamente/ Profundamente	Superficialmente
Proceso de potabilización del agua.	69%	31%
Fauna autóctona del río Paraná.	62%	38%
Diferenciación entre especies autóctonas y especies no autóctonas.	69%	31%
Pueblos originarios.	67%	33%
Costumbres del pueblo Chaná.	58%	42%
Definición de «malacología».	71%	29%
Concepto de «especie exótica invasora».	73%	27%
Descripción del mejillón dorado.	68%	32%
Comercio entre Argentina y sudeste asiático.	60%	40%
Transporte de cargas marítimo.	60%	40%
Necesidad de interdisciplina para abordar el problema.	64%	36%
Mujeres científicas.	62%	38%

Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta las opiniones de los encuestados y el análisis del videojuego por parte de las autoras, se detecta que la perspectiva interdisciplinaria está presente de manera transversal, tanto en la temática elegida como en la historia que se desarrolla. En cuanto a la narrativa del juego, los *Agentes del tiempo* cuentan con perfiles de formación en ciencias naturales y sociales, colaborando entre sí en la investigación detectivesca y en la resolución del caso. Durante el transcurso del juego, se abordan diversos temas que entrelazan disciplinas muy variadas. Por ejemplo, se busca información sobre la fauna precolombina en las canoas utilizadas por los habitantes originarios de la región, facilitando a los usuarios la comprensión de la diferencia entre especies autóctonas y exóticas.

Por otro lado, la problemática del mejillón dorado es un desafío relacionado con la biodiversidad que requiere de la contribución de diversas disciplinas para su comprensión y

manejo. La introducción de especies exóticas que logran establecerse y reproducirse en un nuevo entorno puede generar impactos significativos en la biodiversidad, la cultura, la economía y/o la salud pública (Argentina.gob.ar, s. f.). El caso particular del mejillón dorado refleja que disciplinas de las ciencias naturales, como la malacología (estudio de los moluscos) y la limnología (estudio de los ambientes acuáticos continentales), son fundamentales para entender su ciclo de vida y características fisiológicas. No obstante, se necesita también del aporte de la historia del comercio exterior en Argentina para explicar cuándo y cómo llegó esta especie a la cuenca del río de la Plata. En este mismo sentido, la dimensión geopolítica del problema se visualiza en tratados internacionales como el Convenio de Gestión de Agua de Lastre, promovido por la Organización Marítima Internacional (OMI, 2023), que busca controlar la migración de especies acuáticas mediada por buques de un país a otro. Como en la mayoría de los problemas ambientales, es necesario adoptar un enfoque multidisciplinar para afrontarlo de modo efectivo.

Un aspecto relevante para destacar es la visibilización y valoración de los aportes femeninos en las actividades científicas. El equipo de agentes está conducido por una mujer, quien demuestra habilidades de liderazgo y toma de decisiones. Además, se incluyen como referencias los conocimientos de la malacóloga María Isabel Hylton Scott y de una historiadora, cuyas contribuciones resultan esenciales para la resolución del caso.

5. Discusión

El grado de compromiso de un jugador con un videojuego resulta de la combinación de sus atributos y, a su vez, constituye una meta, ya que es el medio para lograr un impacto educativo significativo (Pacheco-Velazquez *et al.*, 2024). En este trabajo se identificaron los atributos más relevantes que definen la experiencia de usuario del videojuego *Agentes del tiempo*. Uno de los puntos más favorables fue la facilidad de uso del videojuego. El avance de pantalla mediante la selección de una respuesta correcta entre tres opciones es un mecanismo simple y familiar para los usuarios. Esta cualidad, ya observada en otros trabajos (Amaya-Olarte *et al.*, 2024; EL Machtani EL Idrissi *et al.*, 2022), contribuye a que los jugadores se enfoquen de inmediato en el aprendizaje y no en comprender cómo utilizar la tecnología. En cambio, cuando se presenta dificultad para entender cómo funciona un juego tras el primer contacto, se requiere atravesar una curva de aprendizaje de las mecánicas antes de comenzar la experiencia formativa (Paniagua-Esquivel *et al.*, 2022).

Además, en el videojuego, las pistas incluidas en cada opción facilitaron una navegación intuitiva, evitando la necesidad de asistencia externa. Esta característica hace que el juego sea apropiado tanto para clases presenciales como para educación a distancia o en modelos de aula invertida (González-Zamar y Abad-Segura, 2020). Esta cualidad favorece la autonomía del estudiante, permitiéndole explorar y aprender a su propio ritmo sin depender constantemente de la guía del docente.

Otro aspecto relevante se refiere a la accesibilidad de la aplicación de *Agentes del tiempo* como un recurso móvil descargable, que no requiere ordenador ni internet para su uso. Los dispositivos tecnológicos pueden resultar una limitación a la hora de pensar en estrategias didácticas dentro del aula. De acuerdo con el informe de seguimiento de la educación en el mundo elaborado por la United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO, 2023), el acceso a la tecnología es altamente desigual, con conexión a internet disponible solo en el 40 % de las escuelas de educación primaria, en el 50 % de las de primer ciclo de secundaria y en el 65 % de las de segundo ciclo de secundaria. En este sentido, la implementación de una aplicación móvil constituye una ventaja significativa, considerando que el teléfono móvil es el dispositivo más utilizado a nivel global (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INDEC], 2022; Instituto Nacional de Estadística [INE], 2024; Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2023; World Population Review, 2024).

En cuanto al interés que el juego puede generar en su uso pedagógico, *Agentes del tiempo* fue considerado entretenido y logró despertar la curiosidad de la mayoría de los participantes. Las características relacionadas con la motivación y el entusiasmo de los estudiantes por el aprendizaje son, sin lugar a duda, las más destacadas en los trabajos en los que se evalúa el uso de la metodología de aprendizaje basado en juegos (Cornellà Canals *et al.*, 2018; EL Machtani EL Idrissi *et al.*, 2022; Gómez Trigueros, 2018; Illescas-Cárdenas *et al.*, 2020; Martínez Navarro, 2017; Moral Pérez *et al.*, 2016; Moreno Fuentes, 2019).

Asimismo, se ha reportado que los estudiantes tienden a disfrutar más un juego cuando es fácil de utilizar y comprender (Amaya-Olarte *et al.*, 2024). Además, una experiencia satisfactoria con juegos educativos es un buen predictor del aprendizaje en los estudiantes (Espinosa-Curiel *et al.*, 2020). En este sentido, *Agentes del tiempo* no solo ofrece una experiencia lúdica atractiva, sino que también posee el potencial de fortalecer la conexión de los estudiantes con los contenidos educativos, favoreciendo un aprendizaje más dinámico y significativo.

La inmersión, otro atributo evaluado, abarca aspectos que conectan al usuario con el juego, como la interfaz gráfica y la narrativa, en este caso, de tipo detectivesca. En el videojuego, estos componentes fueron valorados positivamente, en línea con el estudio descrito por Martínez Soto *et al.* (2018), donde la resolución de un misterio resultó ser un elemento atractivo para los participantes. Esto contribuye de manera clave a la capacidad de cualquier juego para integrar de forma coherente todos los elementos del entorno gamificado (Aldemir *et al.*, 2018). Así, la combinación de una narrativa envolvente con una interfaz intuitiva no solo favorece la inmersión, sino que también potencia la motivación y el compromiso de los jugadores al incentivar la exploración.

El manejo de la frustración en un juego es crucial para el sostenimiento del interés del usuario. Los juegos que brindan un nivel adecuado de apoyo para la recuperación de errores favorecen el compromiso del jugador con la finalización de la partida (Pacheco-Velázquez *et al.*, 2024). En este contexto, se identificaron características de *Agentes del tiempo*

que requieren mejora. Cuando se agotan los intentos permitidos para responder, el juego retrocede a una pantalla demasiado lejana, lo que afecta a la motivación del usuario para completar el desafío. Por otro lado, el hecho de que algunos usuarios puedan avanzar en el juego por prueba y error limita su eficacia educativa.

Según Pacheco-Velázquez (2024), al evaluar juegos con un propósito educativo, como los juegos serios, el atributo con mayor peso en la valoración global es su capacidad para mejorar los niveles de conocimiento. Esto implica fortalecer la comprensión, desarrollar habilidades y ampliar el dominio de los jugadores sobre un tema específico. En cuanto a la transferencia de contenidos educativos en el videojuego en estudio, la mayoría de los participantes lo consideró útil para aprender temas de geografía y biología, especialmente sobre especies exóticas invasoras. Resulta llamativo que la invasión del mejillón dorado, un problema que afecta a la cuenca del río de la Plata desde hace más de treinta años, sea mayormente desconocida entre los encuestados. Se ha reportado previamente un cierto grado de desconocimiento y la presencia de errores conceptuales en la población sobre las invasiones biológicas (Schreck Reis *et al.*, 2013; Sosa *et al.*, 2021; Vilches *et al.*, 2016). Esta situación resalta la importancia de la educación ambiental y la necesidad de abordar la problemática de las especies invasoras desde una perspectiva integral. Un enfoque recomendado para su enseñanza es transmitir a los estudiantes que las invasiones biológicas no solo tienen impactos ecológicos, sino también económicos, sanitarios y culturales. Además, es fundamental concienciar sobre el rol activo de la ciudadanía en la prevención de la introducción de especies exóticas, fomentando una mayor responsabilidad y compromiso con el entorno (Kasulin, 2022; Guerra-Navarro, 2018;).

De acuerdo con Verbrugge y colaboradores (2021), existen diversas estrategias pedagógicas para abordar el tema de las especies invasoras, que van desde propuestas en el aula hasta trabajos de campo. No obstante, las actividades prácticas suelen ser más efectivas que las charlas teóricas, tanto dentro como fuera del aula. En esta línea, se han desarrollado propuestas didácticas y participativas dirigidas a adolescentes, como los talleres (Schreck Reis *et al.*, 2013) y los juegos educativos (Vilches *et al.*, 2015), que buscan fortalecer el conocimiento sobre estas especies y resaltar la importancia de la prevención. Un caso para destacar es el juego de tablero llamado *Vecinas invasoras*, que hace un tratamiento integral sobre la invasión de especies de plantas exóticas. Mediante una dinámica entretenida, el juego promueve la reflexión y la comprensión de todas las etapas del proceso de invasión biológica (Maubecin *et al.*, 2022). La utilización de la metodología del aprendizaje basado en juegos puede ayudar a mejorar la identificación de especies e incentivar la participación ciudadana en la conservación (Coroller y Flinois, 2023), incluso a través de juegos que no fueron diseñados específicamente con ese propósito (Donward *et al.*, 2017; Fisher *et al.*, 2021). Ejemplo de esto son las aplicaciones móviles basadas en la naturaleza que representan instrumentos valiosos para mediar y fortalecer la conexión con el entorno natural (Edwards y Larson, 2020). Además, las herramientas digitales permiten explorar diversos seres vivos y paisajes a los que no se puede acceder directamente, ampliando así las oportunidades de aprendizaje y sensibilización ambiental.

Una fortaleza detectada del videojuego *Agentes del tiempo* es su enfoque interdisciplinario. La presentación de un equipo de agentes con diferentes perspectivas científicas lo convierte en un medio eficaz para abordar la complejidad de las relaciones entre naturaleza y cultura en la educación ambiental (Gurevich, 2011). En particular, la problemática de las especies exóticas invasoras, como se mencionó antes, implica procesos complejos en los que intervienen diversos actores. Por este motivo, es indispensable la consideración de múltiples perspectivas para su tratamiento.

Por otro lado, la inclusión de figuras femeninas en los personajes y en las referencias científicas resalta el liderazgo de las mujeres en las ciencias. Esto coincide con la necesidad de contrarrestar el desarrollo de estereotipos de género en ciencia y tecnología desde edades tempranas (Miller *et al.*, 2024), contribuyendo así a la promoción de la igualdad de género en la educación.

Si bien el uso de juegos es una estrategia atractiva y motivadora, es importante tener en cuenta que no garantiza por sí sola una mejora en el rendimiento o el compromiso de los estudiantes por el aprendizaje (Imlig-Iten y Petko, 2018; Kyewski y Krämer, 2018). Se ha observado que la implementación de la metodología del aprendizaje basado en juegos es eficiente en estudiantes con predisposición al estudio, pero no resulta efectiva en aquellos que carecen de dicho interés (Labrador y Villegas, 2016). Para lograr efectos psicológicos como el deseo de competencia y la autonomía, se requiere un diseño cuidadoso y la inclusión táctica de elementos específicos, como puntuaciones o retroalimentación (Sailer *et al.*, 2017). Además, en la aplicación de la metodología del aprendizaje basado en juegos, la evaluación formativa permanente y las devoluciones de parte del docente son claves para obtener información sobre el progreso de los estudiantes y asegurar la eficacia que se espera del proceso (Christopoulos y Mystakidis, 2023). Por lo tanto, *Agentes del tiempo* debe integrarse en un contexto pedagógico bien fundamentado que prepare a los estudiantes para la incorporación de nuevos contenidos y monitoree sus progresos con el objetivo de que sus beneficios se traduzcan en un aprendizaje significativo.

Por otra parte, se deben considerar algunas limitaciones de este estudio. En primer lugar, se observa una diferencia entre el público objetivo del videojuego y la muestra encuestada. Si bien el juego fue diseñado para adolescentes, la experiencia de usuario se evaluó entre docentes en formación. Esta discrepancia puede influir en la percepción del juego y en la interpretación de sus efectos educativos. En segundo lugar, en este trabajo no se indagó en qué medida el juego fomentaba el pensamiento crítico sobre la conservación de la biodiversidad y la introducción de especies exóticas invasoras. Esto podría llevar a una sobrestimación de sus potencialidades educativas. Estudios previos han señalado que los juegos serios no siempre generan una diferencia significativa en el desarrollo del pensamiento profundo en comparación con otros métodos de enseñanza (Imlig-Iten y Petko, 2018). Una evaluación de la incorporación de los contenidos de *Agentes del tiempo* que incluya un análisis pre- y posexposición al juego, así como la comparación con grupos control, podría proporcionar una noción acerca de la experiencia de aprendizaje derivada del juego en el

público objetivo. Finalmente, no se consultó a los participantes sobre la frecuencia con que usaban videojuegos. Este factor puede influir en la valoración de la experiencia de usuario, ya que quienes tienen una mayor familiaridad con los videojuegos podrían percibir la mecánica del juego de manera diferente a quienes tienen poca o ninguna experiencia previa (González Sánchez *et al.*, 2012).

6. Conclusiones

Este estudio evaluó el potencial del videojuego *Agentes del tiempo* como herramienta educativa en la enseñanza ambiental, con un enfoque interdisciplinar. Se recolectaron y analizaron las experiencias de usuario de docentes en formación del profesorado de Geografía y Biología de nivel primario de la ciudad de Rosario (Argentina).

Los resultados indican que, en términos generales, la experiencia de usuario fue satisfactoria. La mayoría de los participantes expresó que las acciones y preguntas propuestas en el juego eran claras y comprensibles, lo que facilitó su interacción y comprensión del funcionamiento. Asimismo, la duración del juego fue percibida como adecuada, permitiendo un desarrollo fluido.

Además, el juego fue muy bien valorado en términos de entretenimiento, ya que logró captar la atención de los jugadores y despertar su curiosidad a lo largo de la experiencia. La mayoría de los encuestados manifestó que estarían dispuestos a recomendarlo y a jugar una posible segunda parte. La narrativa fue considerada novedosa, destacándose la dinámica detectivesca como un elemento motivador. Del mismo modo, el estilo de los personajes, la música y los efectos sonoros fueron calificados como atractivos y bien logrados, contribuyendo a una experiencia inmersiva y envolvente.

Entre los aspectos a mejorar, se recomienda optimizar las estrategias para mantener la motivación de los jugadores tras respuestas incorrectas y minimizar el avance basado en prueba y error.

Los participantes de la encuesta consideraron que el juego era efectivo para aprender contenidos de geografía y biología, en particular sobre la introducción de especies exóticas. Esta característica resulta especialmente relevante, dado el desconocimiento detectado acerca de la historia del mejillón dorado y la necesidad de recursos que ayuden a los estudiantes a comprender la diferencia entre especies autóctonas y exóticas.

Desde otra perspectiva, tras el análisis realizado, se destaca que *Agentes del tiempo* integra diversas disciplinas, combinando ciencias naturales y sociales para abordar la problemática ambiental planteada de manera integral. La invasión del mejillón dorado es tratada desde perspectivas biológicas, históricas y geopolíticas, reforzando la importancia del enfoque interdisciplinar en la educación ambiental. Esto posibilita que los docentes profun-

dicen en aquellos aspectos que consideren más relevantes para sus clases. En este sentido, con el objeto de contribuir a un aprendizaje profundo y significativo, se recomienda que la implementación de *Agentes del tiempo* se realice dentro de un marco pedagógico sólido que promueva la lectura atenta de los textos del juego y la asimilación de los contenidos presentados.

A modo de cierre, dado que existen pocos videojuegos educativos con un enfoque interdisciplinario en la educación ambiental (Di Capua, 2024), *Agentes del tiempo* representa una alternativa con alto potencial no solo para transmitir conocimientos, sino también para despertar el interés y la curiosidad de los usuarios por la biodiversidad y la experimentación tecnológica. Los hallazgos de este estudio sugieren la importancia de continuar explorando el desarrollo de videojuegos educativos interdisciplinarios, especialmente en el ámbito de la educación ambiental, ya que constituyen una herramienta efectiva y atractiva para involucrar a los estudiantes en temas de gran relevancia social y científica.

Referencias bibliográficas

- Aldemir, T., Celik, B. y Kaplan, G. (2018). A qualitative investigation of student perceptions of game elements in a gamified course. *Computers in Human Behavior*, 78, 235-254. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.10.001>
- Alsawaier, R. S. (2018). The effect of gamification on motivation and engagement. *The International Journal of Information and Learning Technology*, 35(1), 56-79. <https://doi.org/10.1108/IJILT-02-2017-0009>
- Amaya-Olarte, N., Torres-Barreto, M. L. y Plata-Gómez, K. R. (2024). Análisis de una experiencia de aprendizaje basada en juegos digitales. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 26, 1-18. <https://doi.org/10.24320/redie.2024.26.e08.5031>
- Argentina.gob.ar. (s. f.). *Especies exóticas invasoras*. [https://www.argentina.gob.ar/ambiente/biodiversidad/exoticas-invasoras/eei#:~:text=Las%20especies%20ex%C3%B3ticas%20invasoras%20\(EEL,causas%20de%20p%C3%A9rdida%20de%20biodiversidad](https://www.argentina.gob.ar/ambiente/biodiversidad/exoticas-invasoras/eei#:~:text=Las%20especies%20ex%C3%B3ticas%20invasoras%20(EEL,causas%20de%20p%C3%A9rdida%20de%20biodiversidad)
- Barz, N., Benick, M., Dörrenbächer-Ulrich, L. y Perels, F. (2024). The effect of digital game-based learning interventions on cognitive, metacognitive, and affective-motivational learning outcomes in school: a meta-analysis. *Review of Educational Research*, 94(2), 193-227. <https://doi.org/10.3102/00346543231167795>
- Borrás Gené, O., Martínez Núñez, M. y Fidalgo Blanco, Á. (2016). New challenges for the motivation and learning in engineering education using gamification in MOOC. *International Journal of Engineering Education*, 32(1), 501-512. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84959358012&partnerID=tZOTx3y1>

- Capua, C. di. (2024). Relevamiento de juegos para el abordaje lúdico de la educación ambiental. *Geograficando*, 20(2), 1-14. <https://doi.org/10.24215/2346898Xe165>
- Christopoulos, A. y Mystakidis, S. (2023). Gamification in Education. *Encyclopedia*, 3(4), 1.223-1.243. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia3040089>
- Cornellà Canals, P. y Estebanell Minguell, M. (2018). GaMoodlification: Moodle al servicio de la gamificación del aprendizaje. *Campus Virtuales: Revista Científica Iberoamericana de Tecnología Educativa*, 7(2), 9-25. <http://www.uajournals.com/campusvirtuales/images/numeros/13.pdf>
- Coroller, S. y Flinois, C. (2023). Video games as a tool for ecological learning: the case of Animal Crossing. *Ecosphere*, 14(3). <https://doi.org/10.1002/ecs2.4463>
- Čubela, D., Rossner, A. y Neis, P. (2023). Using problem-based learning and gamification as a catalyst for student engagement in data-driven engineering education: a report. *Education Sciences*, 13, 1-12. <https://doi.org/10.3390/educsci13121223>
- Darrigran, G., Custodio, H., Legarralde, T. I. y Vilches, A. M. (2023). Colecciones biológicas y virtualidad: un recurso para la enseñanza de la biodiversidad. *Bio-grafía*, 16(30), 132-141. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.16.num30-17823>
- Darrigran, G., Vilches, A. M. y Legarralde, T. I. (2008). Desinterés del pasado, decisiones del futuro: educación para prevenir las invasiones biológicas. *Revista de Educación en Biología*, 11(1), 37-44. <https://doi.org/10.59524/2344-9225.v11.n1.23104>
- Dorward, L. J., Mittermeier, J. C., Sandbrook, C. y Spooner, F. (2017). Pokémon Go: benefits, costs, and lessons for the conservation movement. *Conservation Letters*, 10(1), 160-165. <https://doi.org/10.1111/conl.12326>
- Echeverría Maggi, D. X. (2014). *Análisis de jugabilidad de videojuegos educativos orientados a niños con Síndrome de Down* (Master's tesis, Universidad del Azuay). <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/4088>
- Edwards, R. C. y Larson, B. M. H. (2020). When screens replace backyards: strategies to connect digital-media-oriented young people to nature. *Environmental Education Research*, 26(7), 950-968. <https://doi.org/10.1080/13504622.2020.1776844>
- EL Machtani EL Idrissi, W., Chemsí, G., EL Kababi, K. y Radid, M. (2022). The impact of serious game on the nursing students' learning, behavioral engagement, and motivation. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(01), 18-35. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i01.26857>
- Espinosa-Curiel, I. E., Pozas-Bogarin, E. E., Martínez-Miranda, J. y Pérez-Espinosa, H. (2020). Relationship between children's enjoyment, user experience satisfaction, and learning in a serious video game for nutrition education: empirical pilot study. *JMIR Serious Games*, 8(3). <https://doi.org/10.2196/preprints.21813>
- Estellés Miguel, S., Rius Sorolla, G., Palmer Gato, M. y Albarracín Guillem, J. (2017). Gamificación en formación en empresas. *Dirección y Organización*, 62, 35-40. <https://doi.org/10.37610/dyo.v0i0.508>
- Evans, F., Spinelli, A. T., Zapirain, E. A., Massa, S. M. y Soriano, F. (2016). Proceso de desarrollo de Serious Games. Diseño centrado en el usuario, jugabilidad e inmersión. *3.º Congreso Argentino de Ingeniería y 9.º Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería*. República Argentina.

https://www.researchgate.net/publication/326156974_PROCESO_DE_DESARROLLO_DE_SERIOUS_GAMES_DISENO_CENTRADO_EN_EL_USUARIO_JUGABILIDAD_E_INMERSION

- Jiménez Alcázar, J. F., Rodríguez, G. F. y Maris Massa, S. (Coords.). (2020). *Historia, videojuegos y educación: nuevas aportaciones*. Colección Historia y Videojuegos. <https://www.historiayvideojuegos.com/wp-content/uploads/2020/03/093.pdf>
- Fernández Olivero, E. D. y Simón Medina, N. M.^a (2022). Revisión bibliográfica sobre el uso de metodologías activas en la formación profesional. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, 30, 131-155. <http://doi.org/10.18172/con.5362>
- Fisher, J. C., Yoh, N., Kubo, T. y Rundle, D. (2021). Could Nintendo's Animal Crossing be a tool for conservation messaging? *People and Nature*, 3(6), 1.218-1.228. <https://doi.org/10.1002/pan3.10240>
- Furman, M. (2021). *Enseñar distinto: guía para innovar sin perderse en el camino*. Siglo XXI Editores.
- García Jiménez, M. G. (2022). El docente y la educación ambiental en México. En T. Chicaiza Villaba, S., García Jiménez y C. J. Núñez Rodríguez (Eds.), *Cambio climático. acuerdos y contradicciones*. Editorial Abya-Yala, pp. 175-193. <https://doi.org/10.7476/9789978108178.0010>
- Gellon, G., Feher, E. R., Furman, M. y Golombek, D. (2005). *La ciencia en el aula: lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Siglo XXI Editores. <https://www.educ.ar/recursos/151551/la-ciencia-en-el-aula-lo-que-nos-dice-la-ciencia-sobre-como-ensearla>
- Gómez Trigueros, I. M.^a. (2018). Gamificación y tecnologías como recursos y estrategias innovadores para la enseñanza y aprendizaje de la historia. *Revista Educação & Formação*, 3(8), 3-16. <https://doi.org/10.25053/redufor.v3i8.267>
- González González, C. S. (2014). Estrategias para trabajar la creatividad en la educación superior: pensamiento de diseño, aprendizaje basado en juegos y en proyectos. *Revista de Educación a Distancia*, 40. <http://www.um.es/ead/red/40/>
- González Sánchez, J. L. y Gutiérrez Vela, F. L. (2014). Jugabilidad como medida de calidad en el desarrollo de videojuegos. *I Congreso de la Sociedad Española para las Ciencias del Videojuego* (pp. 147-158), Universidad de Granada. https://ceur-ws.org/Vol-1196/cosecivi14_submission_23.pdf
- González Sánchez, J. L., Gutiérrez Vela, F. L., Motero Simarro, F. y Padilla-Zea, N. (2012). Playability: analysing user experience in video games. *Behaviour & Information Technology*, 31(10), 1.033-1.054. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2012.710648>
- González-Zamar, M. y Abad-Segura, E. (2020). El aula invertida: un desafío para la enseñanza universitaria. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 20(11), 75-91. <https://doi.org/10.60020/1853-6530.v11.n20.27449>
- Guerra-Navarro, C. (2018). *Material didáctico sobre especies exóticas invasoras en Argentina*. FAO/Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología/Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. <https://www.educ.ar/recursos/132614/material-didactico-sobre-especies-exoticas-invasoras-en-argentina>
- Guerrero Tamayo, K. (2024). *El diálogo de saberes en educación ambiental: un estudio sobre procesos de construcción de conocimientos y su relación con las TIC en escuelas secundarias de zonas rurales y urbanas en la provincia de Buenos Aires* (Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata). <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/163167>

- Gurevich, R. (2011). La cuestión ambiental y sus derivas educativas. En R. Gurevich (Comp.), *Ambiente y educación: una apuesta al futuro* (pp. 17-40). Paidós.
- Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., Coller, B., Asbell-Clarke, J. y Edwards, T. (2016). Challenging games help students learn: an empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers & Human Behavior*, 54, 170-179. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.045>
- Illescas-Cárdenas, R., García-Herrera, D., Erazo-Álvarez, C. y Erazo-Álvarez, J. (2020). Aprendizaje basado en juegos como estrategia de enseñanza de la matemática. *Cienciamatría*, 6(1), 533-552. <https://doi.org/10.35381/cm.v6i1.345>
- Imlig-Iten, N. y Petko, D. (2018). Comparing serious games and educational simulations: effects on enjoyment, deep thinking, interest and cognitive learning gains. *Simulation & Gaming*, 49(4), 401-422. <https://doi.org/10.1177/1046878118779088>
- INDEC. (2022). *Acceso y uso de tecnologías de la información y la comunicación. Informes técnicos*, 7(95). <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-4-26-71>
- INE. (2024). *Encuesta sobre equipamiento y uso de tecnologías de información y comunicación en los hogares*. https://www.ine.es/dyngs/INEbase/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176741&menu=ultiDatos&idp=1254735976608
- INEGI. (2023). *Encuesta nacional sobre disponibilidad y uso de tecnologías de la información en los hogares*. <https://www.inegi.org.mx/programas/endutih/2023/>
- ISO. (s. f.). *Norma 9241-210:2019*. <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9241:-210:ed-2:v1:en>
- Kasulín, I. (Coord.). (2022). *Estrategia nacional sobre especies exóticas invasoras* (1.ª ed.). FAO/GEF/Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina. Dirección de Fauna Silvestre. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ennei.pdf>
- Krath, J., Schürmann, L. y Korfflesch, H. F. von. (2021). Revealing the theoretical basis of gamification: a systematic review and analysis of theory in research on gamification, serious games and game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 125. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106963>
- Kroski, E. (2020). What is a digital breakout game? *Library Technology Reports*, 56(3), 5-7. <https://journals.ala.org/index.php/ltr/article/download/7315/10044>
- Kyewski, E. y Krämer, N. (2018). To gamify or not to gamify? An experimental field study of the influence of badges on motivation, activity, and performance in an online learning course. *Computers & Education*, 118, 25-37. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.11.006>
- Labrador, E. y Villegas, E. (2016). Unir gamificación y experiencia de usuario para mejorar la experiencia docente. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 19(2), 125-142. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.19.2.15748>
- Lei núm. 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=634068
- Ley 1549, de 5 de julio de 2012 (Diario Oficial, año CXLVIII, núm. 48482). Colombia. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1683174>

- Ley 27621, del 13 de mayo de 2021, para la implementación de la educación ambiental en la República Argentina (Boletín Nacional, de 3 de junio de 2021). Honorable Congreso de la Nación Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-27621-350594>
- Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, del 28 de enero de 1988 (Diario Oficial de la Federación). Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, México. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- López, M. Y. L. (2019). La importancia de la gamificación como técnica de enseñanza aprendizaje a nivel superior. *Insigne Visual. Revista del Colegio de Diseño Gráfico*, 4(24), 49-58. <http://www.apps.buap.mx/ojs3/index.php/insigne/article/view/1442/1046>
- López, A. P., Juliá, J. P., Quiroga, P. A., Ortiz, D. y Giordano Leiva, J. A. (2010). Reconocimiento y valoración de flora avifauna nativas en estudiantes de secundaria. La problemática de las exóticas: experiencia y desarrollo de actividades. *Revista de Educación en Biología*, 13(2), 52-56. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/view/22302/21901>
- López Raventós, C. (2016). El videojuego como herramienta educativa. Posibilidades y problemáticas acerca de los serious games. *Apertura*, 8(1), 1-15. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-61802016000200010&script=sci_arttext
- Luzardo, A., Azevedo, B. de, Mateo-Berganza Díaz, M. M., Becerra, L., Funes, G., Santoro, M., Penix-Tadsen, P. y Pison, J. P. (2019). *Los videojuegos no son un juego: los desconocidos éxitos de los estudios de América Latina y el Caribe*. <http://dx.doi.org/10.18235/0001869>
- Manzano León, A., Sánchez Sánchez, M., Trigueros Ramos, R., Álvarez Hernández, J. y Aguilar-Parra, J. M. (2020). Gamificación y Breakout Edu en formación profesional. El programa «Grey Place» en integración social. *EDMETIC. Revista de Educación Mediática y TIC*, 9(1), 1-20. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v9i1.12067>
- Martínez Navarro, G. (2017). Tecnologías y nuevas tendencias en educación: aprender jugando. El caso de Kahoot. *Opción*, 33(83), 252-277. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6228338>
- Martínez Soto, J. M., Egea Vivancos, A. y Arias Ferrer, L. (2018). Evaluación de un videojuego educativo de contenido histórico. La opinión de los estudiantes. *RELATEC. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 17(1). <https://doi.org/10.17398/1695-288X.17.1.61>
- Maubecin, C., Ferreras, A. E., Córdoba, S. A., Ferreiro, G., Baranzelli, M. C., Renny, M. E. y Paiaro, V. (2022). *Vecinas invasoras: un juego didáctico para comprender cómo conquistan el mundo las plantas exóticas*. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. <http://hdl.handle.net/11336/166425>
- Menéndez, P. (2024). *Educar para la vida: guía basada en la experiencia para pensar juntos la escuela que queremos (y necesitamos)*. Siglo XXI Editores.
- Miller, D. I., Lauer, J. E., Tanenbaum, C. y Burr, L. (2024). The development of children's gender stereotypes about STEM and verbal abilities: a preregistered meta-analytic review of 98 studies. *Psychological Bulletin*, 150(12), 1.363-1.396. <https://doi.org/10.1037/bul0000456>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y el Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes. (s. f.). *Plan de Acción de Educación Ambiental para la Sostenibilidad (2021-2025)*. <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/plan-accion-educacion-ambiental.html>

- Moral Pérez, M. E. del, Fernández García, L. C. y Guzmán-Duque, A. P. (2016). Proyecto Game to Learn: aprendizaje basado en juegos para potenciar las inteligencias lógico-matemática, naturalista y lingüística en primaria. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 49, 177-193. <https://www.redalyc.org/pdf/368/36846509013.pdf>
- Moreno Fuentes, E. (2019). El «Breakout EDU» como herramienta clave para la gamificación en la formación inicial de maestros/as. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 67, 66-79. <https://doi.org/10.21556/edutec.2018.66.1247>
- Navarro-Adelantado, V. y Pic, M. (2021). Gameplay clues for motor interactions in a TriadGame. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 21(82), 355-374. <https://pdfs.semanticscholar.org/1acd/2a42aeafebc55266730c1d74e3a084895104.pdf>
- OMI. (2023). *Implantación del convenio sobre la gestión del agua de lastre*. <https://www.imo.org/es/MediaCentre/HotTopics/Paginas/Implementing-the-BWM-Convention.aspx>
- Pacheco-Velazquez, E., Rodes-Paragarino, V., Bester, A. y Rabago-Mayer, L. (2024). A new methodology to determine the importance of game attributes. *International Journal of Serious Games*, 11(4), 41-56. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v11i3.802>
- Paniagua-Esquivel, C., Rodríguez, R. A. y Fornaguera-Trías, J. (2022). Análisis de la jugabilidad en un ambiente virtual colaborativo: estudiantes de preescolar como personas usuarias expertas. *Diálogos Pedagógicos*, 20(39), 95-116. [https://doi.org/10.22529/dp.2022.20\(39\)06](https://doi.org/10.22529/dp.2022.20(39)06)
- Rienzo, A. y Cubillos, C. (2020). Playability and player experience in digital games for elderly: a systematic literature review. *Sensors*, 20(14). <https://doi.org/10.3390/s20143958>
- Rincon-Flores, E. G., Gallardo, K. y Fuente, J. M.^a de la. (2018). Strengthening an educational innovation strategy: processes to improve gamification in a calculus course through performance assessment and meta-evaluation. *International Electronic Journal of Calculus Education*, 13, 1-11. <https://doi.org/10.12973/iejme/2692>
- Sailer, M., Hence, J. U., Mayr, S. K. y Mandl, H. (2017). How gamification motivates: an experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. *Computers & Human Behavior*, 69, 371-380. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.033>
- Salas López, J. E. (2017). *Aprendizaje basado en juegos para la educación ambiental sobre biodiversidad* (Tesis de Maestría). Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá (Colombia). <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/977>
- Schreck Reis, C., Marchante, H., Freitas, H. y Marchante, E. (2013). Public perception of invasive plant species: assessing the impact of workshop activities to promote young students' awareness. *International Journal of Science Education*, 35(4), 690-712. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2011.610379>
- Sosa, A. J., Jiménez, N. L., Faltthausen, A. C., Righetti, T., Mc Kay, F., Bruzzone, O. A., Stiers, I. y Fernández Souto, A. (2021). The educational community and its knowledge and perceptions of native and invasive alien species. *Scientific Reports*, 11(1), 1-12. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00683-y>
- UNESCO. (2023). *Resumen del informe de seguimiento de la educación en el mundo 2023: tecnología en la educación: ¿una herramienta en los términos de quién?* https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386147_spa

- Verbrugge, L. N. H., Dawson, M. I., Gettys, L.A., Leuven, R. S. E. W., Marchante, H., Marchante, E., Nummi, P., Rutenfrans, A. H. M., Schneider, K. y Vanderhoeven, S. (2021). Novel tools and best practices for education about invasive alien species. *Management of Biological Invasions*, 12(1), 8-24. <https://doi.org/10.3391/mbi.2021.12.1.02>
- Vílches, A. M., Legarralde, T. I., Guadagno, L., Acosta, R. B., Barra, R., Custodio, H., Fernández, J., Galvan, E., Molina, M. y Darrigran, G. A. (2015). Las invasiones biológicas no son un juego. *Ciencia Hoy*, 24. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/163830>
- Vílches, A. M., Legarralde, T. I., Ramírez, S. y Darrigran, G. A. (2016). Conocimiento y valoración de la biodiversidad en estudiantes del último año de profesorado de biología y geografía de Argentina. *Revista de Educación en Biología*, 18(2), 1-13. <https://doi.org/10.59524/2344-9225.v18.n2.22470>
- World Population Review. (2024). *Cell Phones by Country 2024*. <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/cell-phones-by-country>

ID Cecilia Beatriz Di Capua. Docente e investigadora de la Universidad Nacional de Rosario (Argentina). Bioquímica, doctora en Ciencias Biológicas y especialista en Educación de las Ciencias Experimentales por la Universidad Nacional de Rosario. Es docente e investigadora en el área de Biología Molecular de la Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas de la Universidad Nacional de Rosario y forma parte de la Dirección de Comunicación de la Ciencia, dependiente del área de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de la misma universidad. Coordina el equipo de la iniciativa Ciencia Maravilla, orientada a promover la educación en ciencias en todos los niveles educativos mediante el diseño de recursos didácticos con un enfoque interdisciplinario y la implementación de proyectos de investigación educativa.

ID María Soledad Casasola. Docente e investigadora de la Universidad Nacional de Rosario (Argentina). Máster Oficial en Comunicación y Educación en la Red, con especialización en Comunicación Digital en la Educación por la Facultad de Educación de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (España), y licenciada en Comunicación Social por la Universidad Nacional de Rosario, entre otros trayectos de formación. Directora de Comunicación de la Ciencia en el área de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de la Universidad Nacional de Rosario. Además, es docente e investigadora de grado y posgrado en instituciones universitarias de Argentina y El Salvador. Desde 2017, en la Universidad del Gran Rosario, trabaja como asesora educacional del Área Virtual, además de ser docente del Profesorado Universitario y coordinadora tecnológica de dos maestrías. Con más de veinte años de experiencia, ha participado en el diseño, la planificación y la ejecución de proyectos de educación a distancia en universidades públicas y privadas, así como en empresas e instituciones.

Contribución de autoras. Revisión de literatura (estado del arte), recolección y análisis de datos, elaboración de la discusión y conclusiones: C. B. D. C. Diseño del proyecto, metodología y revisiones finales: C. B. D. C. y M. S. C.