

8. El juego serio y el aprendizaje significativo por proposiciones de las fuerzas de rozamiento en reconstrucción de accidentes

ANAHI ALCÁZAR GUZMÁN*

JESÚS ALBERTO FLORES CRUZ**

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.219.08>

Resumen

En este artículo se presentan las etapas iniciales de una investigación cuyo objetivo principal es el uso de juego serio en la enseñanza de la física, con la finalidad de aportar a la comunidad docente elementos para implementación en contextos educativos reales. La investigación principal se centra en cómo el juego serio puede favorecer la formación de los estudiantes del programa educativo de Criminalística y Ciencias Periciales del departamento de ciencias y humanidades de la Universidad Autónoma de Occidente, unidad regional Los Mochis (Sinaloa), no solo en términos de los conocimientos adquiridos y las habilidades desarrolladas, sino también en la capacidad de aplicar lo aprendido en situaciones prácticas durante su formación profesional. Con el uso de esta tecnología se busca responder a la pregunta de investigación sobre evaluación del impacto de la implementación del juego serio, complementado con el enfoque de aprendizaje por proposiciones, en la modificación de las percepciones de los estudiantes sobre las fuerzas de rozamiento en la reconstrucción de accidentes, particularmente en el ámbito de la física aplicada a la criminalística.

* Maestra en Docencia y doctoranda en Física Educativa. Profesora del Departamento Académico de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Occidente (UAdeO), México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8008-4579>

** Doctor en Ingeniería de Sistemas. Profesor en el Posgrado en Física Educativa del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7816-4134>

Palabras clave: *juego serio, aprendizaje significativo, reconstrucción de accidentes, enseñanza de la física.*

Introducción

En el ámbito educativo existe una búsqueda constante de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, especialmente en áreas complejas como la física y la matemática, las cuales a menudo se perciben como desafiantes para los estudiantes. Una de las dificultades radica en hacer que los conceptos abstractos y teóricos se comprendan y apliquen de manera significativa a situaciones concretas. D. P. Ausubel [1] argumenta que el aprendizaje es más eficaz cuando los nuevos conocimientos se vinculan de manera relevante con los conocimientos previos del estudiante. Los juegos serios emergen como una estrategia innovadora en este contexto, ofreciendo un entorno ideal para el aprendizaje significativo. Estos juegos presentan situaciones y desafíos vinculables con experiencias previas, permitiendo una integración más profunda y duradera de la información, esto de acuerdo con la revisión sistemática encontrada que centra la combinación de elementos de entretenimiento con objetivos educativos, lo que facilita un aprendizaje más efectivo y atractivo [2, 3].

El objetivo de esta investigación es responder a la pregunta de investigación de en qué medida la implementación de un juego serio, junto con el enfoque de aprendizaje por proposiciones, impacta en el cambio de percepciones de las fuerzas de rozamiento en la reconstrucción de accidentes, específicamente en el contexto de la física aplicada a la criminalística. Esto contribuirá a la línea de investigación en tecnologías de la información y comunicación en la enseñanza de las ciencias.

Estado del conocimiento del juego serio en la enseñanza de la física

Dentro de este apartado se han hecho estudios recientes de la exploración bibliográfica para sintetizar y comparar el conocimiento científico, en este

caso sobre el juego serio en la enseñanza de la física y el aprendizaje por proposiciones, así como empatar las contribuciones que permitan contextualizar, clasificar y categorizar los saberes de dicha temática, como contribución analítica. Con lo anterior el término “juego serio” se emplea con mayor frecuencia en la expresión del término “aprendizaje basado en juegos”. El quehacer evidente de los juegos serios es apoyar al estudiante a obtener nuevos conocimientos y habilidades, practicar los conocimientos y habilidades existentes, desarrollar aprendizaje e innovación y prepararse para el aprendizaje expectante, según se afirma en Jaiswal [4].

Una de las investigaciones que antecede el estudio es “Immersive serious games for learning physics concepts: The case of density” de Zhurakovskaia *et al.* [5], que muestran en sus resultados un aumento en la eficiencia del aprendizaje usando juegos inmersivos, además, la mayoría de los estudiantes pudo ver las deficiencias de sus teorías iniciales y posteriormente revisarlas, lo que significa que mejoraron su comprensión de este tema. También mencionaron que, para formar a los estudiantes en conceptos básicos de la física, como los relacionados con la masa, el volumen o la densidad, es mucho más complicado que simplemente establecer las definiciones y leyes subyacentes. Una de las razones de esto es que la mayoría de los estudiantes tienen espejismos y conceptos erróneos profundamente afincados sobre el comportamiento de los objetos.

En cuanto a los estudios de Mayer *et al.* [6] refiere que la motivación y las actitudes hacia el aprendizaje basado en juegos antes del juego, su disfrute real, sus esfuerzos durante el juego y la calidad del facilitador/docente están más fuertemente correlacionados con su satisfacción con el aprendizaje. El grado en que las experiencias durante el juego se tradujeron de nuevo en las teorías subyacentes determina significativamente la satisfacción de aprendizaje de los estudiantes, agregando que la calidad del entorno del juego virtual no importaba tanto. Los autores reflexionan sobre la metodología general utilizada y ofrecen sugerencias para futuras investigaciones y desarrollos. Esta evidencia, junto con un beneplácito generacional de los juegos como una parte significativa habitual, ha generado un amplio interés en cómo los juegos, en específico los juegos digitales inmersivos, pueden aplicarse de manera efectiva en el aprendizaje constructivo y contextos de formación.

Otro estudio relacionado con la línea de investigación es el de Plass *et al.* [7] denominado “Fundamentos teóricos del aprendizaje basado en juegos y lúdicos: Manual de aprendizaje basado en juegos”. Según los resultados de la evaluación realizada en su investigación, consideran que es necesario tener una perspectiva integrada que combine los puntos de vista cognitivos, motivacionales, afectivos y socioculturales para el diseño y la investigación de juegos. Esta perspectiva global, llamada “perspectiva de las ciencias del aprendizaje”, permite aprovechar al máximo el potencial de los juegos en la educación y en el diseño de juegos de aprendizaje más efectivos. Además, se propone incorporar principios de aprendizaje lúdico en el diseño de los juegos, en lugar de añadirlos como un complemento después. Esto permitiría medir el aprendizaje dentro de los juegos y desarrollar juegos con el impacto deseado.

Por otro lado, Schrader [8] en este capítulo de libro ofrece un resumen de la teoría y la investigación empírica relacionadas con la aplicación de juegos serios y el aprendizaje basado en juegos en entornos educativos. Se analizan las características clave y los principios teóricos que respaldan el valor de los juegos. Los estudios revisados demuestran un impacto significativo de los juegos serios y el aprendizaje basado en juegos en la motivación, las emociones y el rendimiento cognitivo de los estudiantes. No obstante, su influencia no es siempre directa, ya que depende de diversos factores, como el tipo de juego, el diseño, las particularidades del alumno y las actividades de aprendizaje. Este capítulo sugiere que los creadores y educadores deben tener en cuenta estas interacciones para asegurar el aprendizaje óptimo al desarrollar o seleccionar juegos serios o enfoques de aprendizaje basados en juegos con fines educativos.

Considerando los estudios relacionados con la enseñanza de la física, más en lo particular con el tema de estudio se consideró a Aguilar *et al.* [9] con su estudio “Construcción de un *serious game* como apoyo al aprendizaje de la cinemática”, donde se expone la experiencia adquirida durante la creación de un prototipo de juego educativo, con la finalidad de respaldar la enseñanza de los cursos de física en la educación secundaria e incorporar aspectos lúdicos en el proceso de aprendizaje. Asimismo, este juego tiene como objetivo servir como modelo para el desarrollo de juegos educativos en diversos ámbitos de aplicación. Esta iniciativa académica surgió

a raíz de las dificultades que enfrentaban los estudiantes de secundaria al comprender los conceptos de física cinemática. Esto permitió identificar áreas de mejora en aspectos como la visibilidad del sistema, la consistencia y el cumplimiento de estándares, así como la necesidad de una mejor asistencia y documentación. Estas cuestiones refirieron deberán abordarse en versiones futuras del juego educativo.

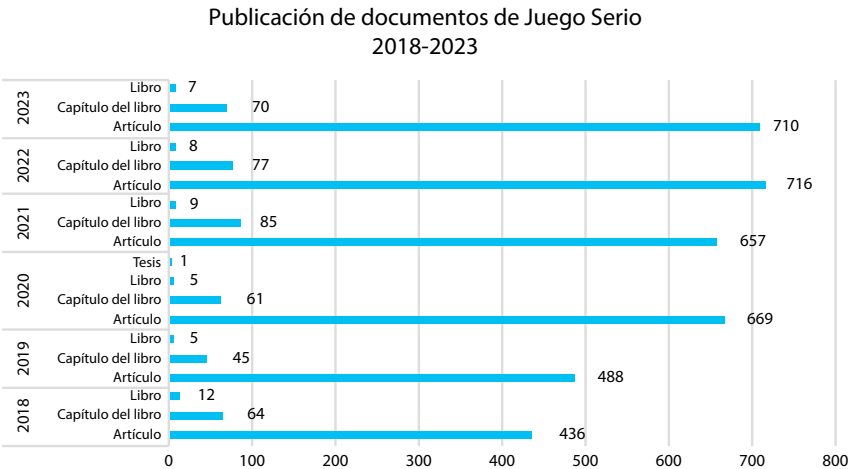
Por otro lado, Acampora *et al.* [10] presentan un juego educativo de realidad mixta denominado TraceGame, diseñado para ayudar a la formación de nuevos investigadores forenses, mejorando sus habilidades en la búsqueda y recuperación de pruebas en escenas del crimen. El objetivo del juego consiste en identificar la mayor cantidad de huellas útiles en la escena del crimen, la cual se recrea esencialmente en el lugar de entrenamiento, en el menor tiempo posible. Los resultados de una sesión experimental demostraron que TraceGame es una herramienta prometedora para respaldar la formación de investigadores forenses principiantes. Con este estudio antecede en la parte de formación profesional en el área de criminalísticos tomando en cuenta la aplicación de conocimientos y la física dentro de ello, lo que hace retomar para un análisis exhaustivo de los factores endógenos (variaciones dentro de los sujetos) y exógenos (variaciones del medio en el que se desenvuelven los sujetos de estudio) y programar el juego específico sobre lo que se quiere enseñar dentro de accidentes en la práctica real.

Finalmente, Benítez *et al.* [11] en su estudio titulado “Enseñanza de física en criminalística: Un enfoque práctico al tema de colisiones inelásticas” describen que la física es una de las ciencias más importantes en criminalística; mencionan que se puede explicar de una colisión vehicular hasta la reconstrucción de toda una escena delictiva. Los autores aplicaron un sistema de estilos de aprendizaje basado en la estrategia de enseñanza 4MAT para alumnos de la licenciatura en Ciencias Forenses y Criminología. Para cada actividad de enseñanza propuesta se solicitó una prueba de aprendizaje, en la cual los estudiantes demostrarían su capacidad para comprender y resolver problemas. Los resultados clave de los estudios antes mencionados se incorporan principalmente en la sección de antecedentes de este estudio. Esto se debe a que brindan recomendaciones cruciales que fueron consideradas en el desarrollo del diseño del juego serio educativo y en las etapas de la situación didáctica de la evaluación del aprendizaje significativo.

Revisión de literatura

A continuación se muestra el análisis de algunos de los estudios más relevantes sobre el tema, utilizando la directriz PRISMA [12], donde se destaca la importancia de los juegos serios en la educación y la enseñanza de la física. La búsqueda inicial se realizó desde el año de publicación de 2018 a 2023 combinando los términos de “Juego Serio” TITLE-ABS-KEY (serious-game) AND PUBYEAR > 2017 AND PUBYEAR < 2024 OR, “Enseñanza de la física” TITLE-ABS-KEY (juego serio AND física AND enseñanza), en los buscadores SCOPUS, Springerlink, Google Académico, y además documentos académicos que cumplieron con las discriminantes adecuadas al tema en cuestión para una visión global. Aunado a esto, posteriormente se combinó con el termino aprendizaje por proposiciones facilitando un resultado concreto (vid. figuras 8.1 y 8.2).

Figura 8.1. “Juego Serio” TITLE-ABS-KEY (serious-game) AND PUBYEAR > 2017 AND PUBYEAR < 2024 OR SCOPUS



Fuente: elaboración propia.

Figura 8.2. "Enseñanza de la física" TITLE-ABS-KEY (juego serio AND física AND enseñanza)" SCOPUS

Publicación de documentos de Juego Serio
y la enseñanza de la física



Fuente: elaboración propia.

Solo se incluyeron en este documento aquellos contenidos que incorporaron una discusión de los elementos previamente mencionados en el cuerpo del estudio. Mediante el análisis e identificación de estudios a través de bases de datos y registros de la literatura académica, así mismo los registros eliminados antes de la selección: registros duplicados eliminados ($n = 10$), registros marcados como no aptos por las herramientas de automatización ($n = 562$), registros examinados ($n = 453$). Concretamente con la exclusión analítica, se obtuvieron 10 resultados en SCOPUS, 22 en Springerlink, 15 en Google Académico con estudios incluidos en la revisión; cumpliendo los criterios de inclusión fueron ($n = 47$).

Para la discriminación de documentos e inclusión se tomaron en cuenta: relacionarse con investigaciones efectivas y no revisiones, estudios indexados y libros, ideas centrales de juego serio para la enseñanza de la física y correspondencia con el aprendizaje significativo.

En la revisión del análisis literario se destaca la teoría del aprendizaje significativo por Rodríguez [13] y Rosel *et al.* [14] en las investigaciones: "¿Cómo fomentar el aprendizaje significativo en el aula?" y "¿Cómo surgió

el aprendizaje significativo?”. En ellas hacen referencia a la identificación y delimitación de los conceptos clave del aprendizaje significativo, considerando la construcción teórica desde el aspecto de Ausubel [1] y las diferentes aportaciones que han enriquecido su sentido teórico. Por lo antes mencionado, el aprendizaje significativo como base de las metodologías innovadoras, referenciado por Ordóñez y Mohedano [15], son consideradas sincrónicas al enfatizar que la significatividad del aprendizaje es un proceso progresivo que requiere tiempo. La teoría del aprendizaje significativo sigue siendo una respuesta válida y pertinente a los desafíos presentes en el sistema educativo. En un contexto donde, a pesar de la implementación de metodologías innovadoras, la enseñanza sigue centrada en la superación de diversos exámenes, se fomenta el aprendizaje mecánico en lugar del aprendizaje con significado. Aunque este constructo es ampliamente utilizado, parece haber una comprensión limitada de él, ya que ha habido una apropiación superficial, dando lugar a la idea generalizada de que todo es aprendizaje significativo y que todas las metodologías contribuyen a ello, incluso cuando no se comprende la teoría subyacente. Se encontró también que el proceso de asimilación que conduce al aprendizaje significativo es evolutivo, y que la adquisición y el aprendizaje de conceptos se caracterizan por su progresividad. De acuerdo con Rodríguez [16]: “La eficacia del aprendizaje significativo se basa en sus dos características principales: su carácter no arbitrario y su sustancialidad (no literalidad)”. Esto se relaciona contiguamente con Ausubel [1] enfatizando que los estudiantes no comienzan su aprendizaje desde cero, sino que aportan sus experiencias y conocimientos previos. Estos elementos, si son explicitados y manipulados adecuadamente, pueden ser aprovechados para mejorar el proceso de aprendizaje y hacerlo significativo.

Elementos del juego serio

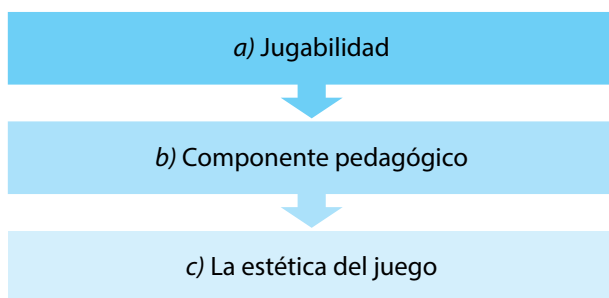
Para la creación del juego serio se empleó el modelo de Capability Maturity Model Integration (CMMI), presentado por IEEE¹ en De Sena y Bezerra [17], como marco para la estructuración y concepción del juego serio. Este mo-

¹ El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos es una asociación mundial de ingenieros dedicada a la normalización y el desarrollo en áreas técnicas.

delo, ampliamente reconocido en la industria del software y la ingeniería de sistemas, se utiliza para mejorar los procesos organizacionales. La integración de los principios del CMMI en el diseño del juego serio puede asegurar que el proceso de desarrollo sea eficaz, eficiente y de alta calidad. A continuación se presentan algunas directrices del diseño del juego serio conforme a las normativas del CMMI en sus diversas etapas y niveles.

Dentro de la estructura se encuentra el área de proceso, donde se incorporan criterios de calidad que permitan definir de mejor manera los requisitos relacionados con un juego serio. De acuerdo con Cevallos [18], los juegos serios educativos tienen componentes propios que los distinguen de otros productos de software, como lo son la jugabilidad, el componente pedagógico y la estética del juego (*vid.* figura 8.3).

Figura 8.3. Componentes del juego serio



Fuente: elaboración propia con información de Cevallos [18].

A. Jugabilidad

- *Nivel 2: Gestión de proyectos.* En esta etapa se identifican los requisitos del juego en términos de jugabilidad y experiencia del usuario. Se establecen objetivos claros relacionados con la jugabilidad y se asignan recursos para su cumplimiento.
- *Nivel 3: Ingeniería de software.* Se desarrollan prototipos del juego para evaluar y refinar la jugabilidad. Se definen métricas para medir la eficacia de la jugabilidad y se realizan pruebas de usuario para obtener retroalimentación.

- *Nivel 5: Optimización del proceso.* Se implementan procesos de mejora continua para perfeccionar la jugabilidad en iteraciones sucesivas del juego. Se recopilan y analizan datos de rendimiento para identificar áreas de mejora en la jugabilidad.

B. Componente pedagógico

- *Nivel 2: Gestión de proyectos.* Se definen los objetivos de aprendizaje y se integran en los requisitos del juego. Se asignan recursos y se establecen plazos para el desarrollo de contenido educativo.
- *Nivel 3: Ingeniería de software.* Se desarrolla el contenido educativo del juego, siguiendo las directrices pedagógicas establecidas. Se integran herramientas de evaluación para medir el progreso del aprendizaje y la efectividad del contenido.
- *Nivel 4: Desarrollo integrado de productos.* Se realiza una evaluación exhaustiva del contenido educativo para garantizar su precisión y relevancia. Se realizan iteraciones basadas en la retroalimentación de los usuarios y expertos en pedagogía.
- *Nivel 5: Optimización del proceso.* Se implementan estrategias de mejora continua para optimizar el componente pedagógico del juego. Se recopilan datos de rendimiento y retroalimentación del usuario para adaptar y mejorar el contenido educativo.

C. Estética del juego

- *Nivel 2: Gestión de proyectos.* Se definen los requisitos de diseño y la estética del juego. Se asignan recursos para el desarrollo de activos visuales y sonoros.
- *Nivel 3: Ingeniería de software.* Se desarrollan los elementos visuales y auditivos del juego, siguiendo los estándares de diseño establecidos. Se realizan pruebas de usabilidad para garantizar una experiencia estética coherente y atractiva.

- *Nivel 4: Desarrollo integrado de productos.* Se realizan iteraciones de diseño basadas en la retroalimentación del usuario y la evaluación de expertos en diseño.

Se establecen estándares de calidad para la estética del juego y se realizan pruebas de control de calidad.

- *Nivel 5: Optimización del proceso.* Se implementan procesos de mejora continua para mantener la calidad estética del juego a lo largo del tiempo. Se recopilan datos de rendimiento y retroalimentación del usuario para identificar oportunidades de mejora en el diseño y la estética.

Con lo antes mencionado, en la fase inicial para definir el objetivo principal se deben comprender a fondo las necesidades educativas específicas que guiarán el diseño del juego serio centrado en la enseñanza de la física. Esto implica la identificación cuidadosa de los conceptos clave de la física que se pretenden enseñar, así como el análisis detallado del público objetivo al que se dirige el juego. Para lograr estos objetivos, se lleva a cabo una exhaustiva revisión del programa indicativo de la institución donde se aplicará y los currículos de física existentes para comprender los estándares educativos vigentes. Además, se realizan entrevistas con educadores y expertos en física para obtener perspectivas informadas sobre las áreas de enfoque más relevantes. Asimismo, se analizan juegos serios existentes para extraer lecciones valiosas y evaluar cómo se han abordado previamente los desafíos educativos similares. Estas actividades sientan las bases para el diseño posterior, asegurando que el juego sea tanto educativo como efectivo para el público objetivo específico.

Especificaciones técnicas

El diseño del juego serio fue desarrollado con motor de videojuego multiplataforma creado por Unity Technologies (*vid.* figura 8.4). Este está disponible como plataforma de desarrollo para Microsoft Windows, Mac OS y Linux.

La estructura del juego serio está conformada por niveles, considerados para aplicar la teoría de Ausubel [1] que describe tres tipos de aprendizaje significativo: de representaciones, conceptos y de proposiciones. El diseño

creado fue a base del aprendizaje por proposiciones, que va más allá de la simple asimilación de lo que representan las palabras, combinadas o aisladas, ya que exige captar el significado de las ideas expresadas en forma de proposiciones. Implica la combinación y relación de varias palabras, produciendo un nuevo significado que es asimilado a la estructura cognoscitiva de acuerdo con Moreira [19]. En la figura 8.5 se muestra un ejemplo de la aplicación del aprendizaje basado en preposiciones, mediante la escena de un accidente de hecho de tránsito.

Figura 8.4. Ventana de diseño y programación del juego serio en la plataforma Unity



Fuente: elaboración propia.

Figura 8.5. Escena de accidente de hecho de tránsito para evaluar coeficiente de fricción de frenada para análisis



Fuente: elaboración propia.

Fase para construcción del juego serio

En el cuadro 8.1 se muestran las fases que se siguieron para la construcción del juego serio.

Cuadro 8.1. *Fases para la construcción del juego serio*

<i>Fase 1: Diseño inicial</i>	
1. Objetivo	Definir la idea central: a) Tema b) Mecánica básica c) Desarrollar la visión general del juego por expertos en el área
2. Investigación y análisis	a) Comprender el contexto y la audiencia b) Investigar juegos similares c) Analizar la audiencia objetivo y sus preferencias d) Establecer objetivos educativos
3. Gestión documental pedagógica	Crear una guía detallada que incluya: a) Descripción detallada del juego b) Personajes, historia y ambientación c) Mecánicas de juego y controles d) Diagramas de flujo y mapas de niveles sujeto a la situación didáctica bajo el modelo CMMI, incluyendo las etapas por niveles para el aprendizaje por proposiciones
4. Prototipo	a) Crear un modelo funcional, desarrollando un prototipo básico del juego b) Probar las mecánicas principales y la jugabilidad c) Retroalimentación temprana y realice ajustes para su estética adecuada

Fuente: elaboración propia.

Para esta investigación se considera evaluar el impacto de la implementación del juego serio, complementado con el enfoque de aprendizaje por proposiciones, en la modificación de las percepciones de los estudiantes sobre las fuerzas de rozamiento para gestión de aprendizaje en cada escena real que se pueda suscitar en hechos de tránsito aplicando el modelo matemático de huella de frenada para su análisis posterior e identificación de coeficientes de fricción dependiendo el vehículo y tipo de suelo, dentro de este escrito no se encuentra desarrollada la secuencia didáctica pensada para implementar posteriormente para análisis de resultados.

Conclusión

Finalmente, la evaluación del impacto de la introducción del juego serio en la formación de estudiantes de criminalística resalta la relevancia de la física como un recurso esencial para la toma de decisiones en su futuro desempeño profesional. Este proyecto se ha enfocado en comprender de qué manera el juego serio puede contribuir a la comprensión y aplicación de los conceptos físicos dentro del ámbito de la criminalística, fortaleciendo así las destrezas y habilidades necesarias para ejercer en esta área. A lo largo de esta investigación se han explorado de manera analítica los elementos apropiados para su desarrollo, destacando el potencial del juego serio como una herramienta educativa innovadora que fomenta un aprendizaje activo y práctico, preparando a los estudiantes para enfrentar desafíos reales en su trayectoria profesional.

Créditos

Los resultados reflejados en este capítulo fueron posibles gracias al apoyo recibido por parte del Gobierno de México, a través del Instituto Politécnico Nacional mediante el programa de Proyectos de Investigación en el Programa Especial de Consolidación de Investigadores, a través del proyecto SIP20230174.

Agradecimientos

Este proyecto de investigación es posible gracias al apoyo del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt) y al Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, (CICATA) del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Legaria, México, encargados de promover el avance de la investigación científica, y asimismo agradecer a la dirección de investigación por parte de doctores de calidad altamente capacitados en el posgrado de doctorado en Ciencias de Física Educativa, CICATA Legaria.

Referencias

- [1] Ausubel, D. P. (2009). Educational Psychology: A Cognitive View. En *The Motivational, Personality, Group, Social and Teacher Characteristics are Important Enough in School Learning*.
- [2] Merino-Campos, C., Del-Castillo, H., y Medina-Merodio, J. A. (2023). Factors Affecting the Acceptance of Video Games as a Tool to Improve Students' Academic Performance. *Education and Information Technologies*, 28, 5717-5737. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11295-y>.
- [3] Sandi Delgado, J. C., y Sanz, C. V. (2020). Juegos serios para potenciar la adquisición de competencias digitales en la formación del profesorado. *Revista Educación*, 44(1), 454-471. <https://doi.org/10.15517/revedu.v44i1.37228>.
- [4] Jaiswal, A. (2021). Revisiting the Historical Roots of Game-Based Learning. *Tech-Trends*, 65(3), 243-245. <https://doi.org/10.1007/s11528-021-00603-x>.
- [5] Zhurakovskaia, I., Vezien, J., De Hosson, C., y Bourdot, P. (2021). Immersive Serious Games for Learning Physics Concepts: The Case of Density. En *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*.
- [6] Mayer, I., Warmelink, H., y Bekebrede, G. (2013). Learning in a Game-Based Virtual Environment: A Comparative Evaluation in Higher Education. *European Journal of Engineering Education*, 38(1).
- [7] Plass, J. L., Homer, B. D., Mayer, R. E., y Kinzer, C. K. (2019). Theoretical Foundations of Game-Based and Playful Learning. En *Handbook of Game-Based Learning*.
- [8] Schrader, C. (2023). Serious Games and Game-Based Learning. En *Handbook of Open, Distance and Digital Education*.
- [9] Aguilar Castrillon, C. F., Ojeda Rivera, A. F., Aguilar Paz, C. J., Vidal Caicedo, M. I., Camacho Ojeda, M. C., y Chanchi Golondrino, G. E. (2019). Construcción de un juego serio como apoyo al aprendizaje de la física cinemática. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 19(37).
- [10] Acampora, G., Trinchese, P., Trinchese, R., y Vitiello, A. (2023). A Serious Mixed-Reality Game for Training Police Officers in Tagging Crime Scenes. *Applied Sciences*, 13(2).
- [11] Benítez, J. A. B., Díaz, M. H. R., y Vélez, C. I. A. (2019). Enseñanza de física en criminalística: Un enfoque práctico al tema de colisiones inelásticas. *European Scientific Journal*, 15(20).
- [12] Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., y Mulrow, C. D. (2021). Declaración prisma 2020: Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2021.07.010>.
- [13] Rodríguez, V. E. M. (2021). Aprendizaje significativo. En *Concursos de Arquitectura: Reflexiones y experiencias en la Tadeo*.
- [14] Rosel, M., Ruano, B., Ausubel, D., Novak, J., y Hanesian, H. (2009). ¿Cómo fomentar

- el aprendizaje significativo en el aula? 1. ¿Cómo surgió el aprendizaje significativo? Temas para la educación. *Revista Digital para Profesionales de la Enseñanza*, 3.
- [15] Ordoñez Olmedo, E., y Mohedano, I. (2019). El aprendizaje significativo como base de las metodologías innovadoras. *Hekademos*, (26), 18-30.
- [16] Rodríguez, M. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: Una revisión aplicable a la escuela actual. *Investigacio Innovacio Educativa i Socioeducativa*, 3(1), 29-50.
- [17] De Sena Quaresma, J. A., y Bezerra Oliveira, S. R. (2021). Teaching and learning Strategies for Software Process Subject. En 2021 *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* [Proceedings]. IEEE. <https://doi.org/10.1109/FIE49875.2021.9637428>.
- [18] Cevallos López, A. A. (2020). *Propuesta de un modelo para la calidad del proceso de desarrollo de juegos serios educativos*. Escuela Politécnica Nacional.
- [19] Moreira, M. A. (2008). Organizadores previos y aprendizaje significativo. *Revista Chilena de Educación Científica*, 7(2), 23-30.