

Percepción del estudiante sobre el uso de juegos como herramienta de aprendizaje en un curso de materiales de ingeniería

María Fernanda Serrano Guzmán, Diego Darío Pérez Ruíz, María Fernanda García Aladín, Luisa Fernanda Revelo Obando

Facultad de Ingeniería y Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia

maria.serrano@javerianacali.edu.co, ddperez@javerianacali.edu.co, mfgarcia@javerianacali.edu.co,
luisarevelo1609@javerianacali.edu.co

Resumen— Los juegos didácticos representan una herramienta invaluable en la educación en ingeniería, más allá de su función recreativa por cuanto facilitan a los estudiantes el aprendizaje de temas del campo disciplinar. Esta investigación presenta los hallazgos de un estudio exploratorio transversal con estudiantes de tres cohortes consecutivas de la carrera de ingeniería civil. Se utilizó una encuesta para evaluar la percepción de los estudiantes sobre el uso de juegos didácticos en el aprendizaje de temas específicos en el seminario de la asignatura de Materiales de Ingeniería. La encuesta abordó la utilidad percibida de los juegos, las emociones durante su diseño y la importancia atribuida a diferentes aspectos del juego en relación con el aprendizaje valorando los atributos según la significancia utilizando la escala Likert de cuatro puntos. Los resultados muestran que se fomentó en un nivel alto el aprendizaje, el desarrollo de la habilidad para comunicar ideas, la creatividad y la capacidad de síntesis mediante el diseño de estos juegos. Se concluye que los juegos didácticos son efectivos para fortalecer el aprendizaje en ingeniería civil.

Palabras Clave— Aprendizaje, educación en ingeniería, enseñanza, juego didáctico.

Recibido: 14 de agosto de 2023. Revisado: 12 de julio de 2024. Aceptado: 28 de febrero de 2025.

Student perception of games as a learning tool in the Engineering Materials Course

Abstract. Educational games are invaluable tool in engineering education, extending beyond their recreational function to facilitate students' learning of topics within the academic field. This study presents findings from a cross-sectional exploratory analysis involving students from three consecutive cohorts of a civil engineering program. A survey was used to assess students' perceptions of using educational games in learning specific topics within the Engineering Materials seminar. Evaluating attributes according to significance using a four-point Likert scale, the survey evaluated the perceived utility of games, emotions experienced during their design, and the importance attributed to different aspects of the game in relation to learning. Results indicate that the design of games significantly enhanced learning, communication skills, creativity, and synthesis capability. It is concluded that educational games are effective in enhancing learning outcomes in civil engineering education.

Keywords— Learning, engineering education, study, didactic game.

1 Introducción

La educación, al igual que otros sectores de la sociedad, está influenciada por los avances tecnológicos y por el flujo de información disponible [1] razón por la cual los métodos de enseñanza tradicionales que involucren lectura, observación y escritura [2] se pueden complementar con la inclusión de otras

estrategias pedagógicas [3] como los juegos [4]- [5]. Algunos estudiantes aprenden mediante la lectura del material de clase, otros prefieren formas más activas de aprendizaje que el permitan acceder al material. Los estudiantes orientados a la lectura se benefician de actividades de clase que incluyen procedimientos, historias, descripción de escenarios y demás contenido escrito que deba ser asimilado mediante actividades de lectura. Otros estudiantes, prefieren experiencias dinámicas que les permitan explorar el material mediante actividades basadas en los principios de las clases. Por otro lado, los estudiantes que prefieren explicar o discutir temas de ingeniería con sus homólogos se pueden beneficiar del trabajo colaborativo o actividades que requieren comunicarse con un grupo o equipo de trabajo.

Los juegos y otras actividades de aprendizaje ofrecen la oportunidad para que cada estudiante aborde el material de la manera que mejor se ajuste a su estilo de aprendizaje. Así, cuando los juegos van más allá de la función de divertir, se pueden usar como herramienta de aprendizaje [6] [5]. En su mayoría, los juegos empleados en la educación permiten el intercambio de información entre pares, fortaleciendo la construcción de conocimiento colectivo [7] y mejorar la comprensión de los fenómenos o principios que se quieren explicar [1].

El uso de juegos como herramienta útil en la enseñanza [4] inició como parte del entrenamiento militar y con el paso del tiempo se ha extendido al campos de la educación en gran variedad de disciplinas [5], [8], especialmente en ingeniería [9] [10] [11], lo que abre un sin número de posibilidades para acercarse al estudiante y aproximarlos al conocimientos [12], mediante la implementación de escenarios complejos y posiblemente riesgosos, que difícilmente se podrían llevar al aula sin poner en riesgo al estudiante [13].

Un juego constituye un sistema formal cerrado que permite la repetición y el afianzamiento de temas [14], lo que requiere conocimiento previo por parte del estudiante [15] y permite cerrar la brecha entre la adquisición y aplicación de conocimiento [16]. Este enlace, es más evidente cuando es posible el desarrollo de juegos con aproximaciones muy cercanas a la realidad [17], recreando escenarios propios del

desempeño ocupacional [1] con la preparación adecuada de las condiciones ambientales por parte del docente [18].

Los juegos tienen la capacidad de captar la atención de los estudiantes y motivarlos a participar activamente en el aprendizaje [19]. Al presentar información y desafíos de manera lúdica e interactiva, los juegos pueden generar un mayor compromiso y entusiasmo por parte de los estudiantes, generando un vínculo con las temáticas que se abordan [4] [5]. Esto convierte a la motivación en una de las principales características del aprendizaje efectivo de esta estrategia pedagógica, la cual va más allá del entretenimiento [20], posibilita la autoevaluación [16] y facilita el aprendizaje dentro y fuera del aula [1]. Este tipo de estrategia de enseñanza incluye juegos análogos y digitales, estos últimos, son aquellos que demandan el uso de computador, tableta o celular para su aplicación [5] y en donde se puede hacer sacar provecho de los desarrollos tecnológicos como la realidad virtual y la realidad aumentada [17]. Existen múltiples aplicaciones de los juegos para la educación, entre las cuales se pueden citar:

- Simulaciones relacionadas con seguridad operacional de máquinas en instalaciones de ingeniería y laboratorios [21]
- Enfrentarse a riesgos propios de su desempeño laboral [22], [7], [3].
- Hacer planeación del desarrollo urbanístico en una ciudad [12].
- Fortalecimiento de competencias de comunicación y liderazgo en donde el estudiante es agente activo durante la enseñanza de ingeniería de software [14] y [18].
- Adiestramiento de los estudiantes en ingeniería de operaciones [6].
- Enseñanza de conceptos de memoria de computadora [23].
- Entrenamiento de salud ocupacional y seguridad industrial durante el armado de elementos de acero [22].
- Elaboración de modelos digitales de terreno como práctica previa al trabajo de campo en topografía [24].
- Entrenamiento de prácticas de construcción permitiendo la interacción entre estudiantes y profesor sobre aspectos administrativos [7].
- Aplicaciones en arquitectura con las cuales los estudiantes de diseño pueden comparar sus creaciones con íconos de edificaciones de similar complejidad [16].
- Participación del estudiante en diferentes roles, por ejemplo, operaciones de trabajo, logística, permitiendo el fortalecimiento de habilidades para el desempeño profesional [22] y [7].

El propósito del estudio exploratorio aquí expuesto es presentar ejemplos de juegos didácticos desarrollados por los estudiantes de ingeniería civil de la asignatura Materiales de Ingeniería y conocer la percepción del estudiante sobre el uso de esta estrategia pedagógica frente a su proceso de aprendizaje sobre materiales, maquinaria, herramienta menor y equipo empleado en construcción. Este juego es presentado a sus pares en una presentación oral corta. La asignatura pertenece al cuarto semestre de la carrera de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Javeriana Cali. En general, las temáticas abordadas bajo la modalidad de Seminario corresponden a: acero y aluminio, aleaciones, revestimientos de paredes y pisos, herramienta menor y equipo, tapia pisada, maquinaria, vidrios

especiales. Con este propósito, se adoptan las dimensiones para la clasificación de los juegos propuestas por Wattanasoontorn y colaboradores [25] (Tabla 1).

Para la recolección de información, se empleó una encuesta en la que participaron un total de 107 estudiantes, de tres cohortes consecutivas.

Tabla 1

Dimensiones de la clasificación de juegos diseñados para Materiales de Ingeniería en Ingeniería Civil

Dimensión	Descripción
Propósito del juego	Reconocimiento de materiales, herramienta menor, maquinaria y equipo empleados en ingeniería civil
Funcionalidad	Número de jugadores involucrados (individual, pares, grupal), género: juego educativo y de entretenimiento
Competencia deseada	Reconocer materiales, maquinaria y equipo empleados en construcción
Recursos	Materiales, insumos y equipos requeridos para el juego

Fuente: autores.

2 Metodología

La investigación fue exploratoria y fue realizada de manera transversal en cohortes de estudiantes [26] de tres semestres consecutivos y en ella se evaluó la percepción del estudiante en el rol de diseñador de juegos didácticos para verificar y afianzar el aprendizaje de temas de materiales de ingeniería civil presentados a manera de seminario.

En este estudio participaron tanto diseñadores como usuarios de los juegos sin diferenciar el rol. Se aplicó una encuesta estructurada con un fin específico de conocer opiniones y actitudes motivaciones o sentimientos, en la cual no se incluyeron preguntas de control.

Para los efectos del estudio se solicitó el consentimiento informado a los participantes. Esta encuesta fue de naturaleza anónima y se aplicó en formato electrónico a un total de 107 estudiantes de cuarto semestre. El grupo poblacional estuvo conformado por 52% hombres y 48% mujeres, entre los 20 y 22 años. El instrumento aplicado a la unidad de análisis conformada por los estudiantes contenía las siguientes preguntas:

¿Considera que los juegos implementados durante el Seminario favorecieron su proceso de aprendizaje de los temas? Si/No. La respuesta a esta pregunta es fundamental para conocer la percepción del estudiante acerca de la relevancia de la inclusión de los juegos frente al proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Indique si durante la preparación de la actividad de cierre o juego en la asignatura experimentó uno o más de los siguientes sentimientos o emociones. Otro de los elementos claves del estudio era reconocer opiniones, actitudes, motivaciones o sentimientos generados por los estudiantes ante la exigencia o el requerimiento de la creación del juego.

- Alegría por el desarrollo de la actividad de cierre o juego
- Interés para ofrecer la mejor actividad de cierre o juego
- Pereza para hacer la actividad de cierre o juego
- Temor de hacer el ridículo
- Curiosidad por el resultado

- Satisfacción por la actividad realizada
- Culpa por organizar a último momento la actividad de cierre o juego
- Seguridad de la calidad de la actividad de cierre o juego
- No realicé actividad de cierre o juego o no he cursado esta asignatura

Según su criterio, indique el nivel de importancia de los siguientes atributos cuando se está desarrollando una actividad de cierre o un juego posterior a una exposición o sustentación.

En este caso, las opciones de respuesta se presentaban tipo Likert de cuatro puntos en función de la importancia (1 no significativo/no relevante, 2 baja importancia, 3 mediana importancia, 4 alta importancia) y la opción adicional para quienes no desarrollaron juegos.

Los cuestionamientos recolectados corresponden a los siguientes atributos:

- Aprendizaje sobre materiales de ingeniería, herramientas, y maquinaria empleados en construcción
- Capacidad para comunicar ideas
- Creatividad
- Capacidad de síntesis para seleccionar los temas a incluir en la actividad de cierre

3 Resultados

Las preguntas de la encuesta tienen validez de contenido y fueron definidas de forma clara y directa con el fin de evitar dobles interpretaciones. Los datos se tabularon y los hallazgos fueron almacenados en una base de datos elaborada en Excel con el fin de dar continuidad a futuro con este estudio incorporando a otras poblaciones.

Esta investigación mostró que todos los estudiantes que prepararon un juego didáctico como actividad de cierre del seminario consideran que sí es útil esta estrategia pedagógica para afianzar el tema abordado.

El tema del juego está relacionado con un seminario para el cual los expositores deben realizar una presentación sobre tópicos asignados desde inicio de semestre y al finalizar dicha socialización, deben realizar una evaluación formativa que se recomienda se realice mediante un juego preparado sobre la temática abordada.

Finalizada la presentación y la correspondiente actividad de cierre, el docente realiza una heteroevaluación de la cual el grupo expositor se retroalimenta sobre aspectos para mejorar según la percepción de los participantes, en lo referente a la presentación oral. Esta parece ser la razón por la cual el estudio revela un alto interés en desarrollar la mejor actividad de cierre (Tabla 2), reforzando lo encontrado en [27] ya que un número significativo de estudiantes disfruta realizando los juegos que diseñan y además que reconocen que aprenden del tópico que están aprendiendo. Así mismo, el 21,1% experimentan alegría por el desarrollo de la actividad, 15,8% se sienten satisfechos por el trabajo realizado y 10,5% manifiestan sentirse seguros frente a la actividad de cierre realizada (Tabla 2).

Tabla 2

Emociones o sentimientos durante la preparación de juego didáctico como actividad de cierre

Indique si durante la preparación de la actividad de cierre o juego experimentó uno o más de los siguientes sentimientos o emociones.	%
Interés para ofrecer la mejor actividad de cierre o juego	42,1
Alegría por el desarrollo de la actividad de cierre o juego	21,1
Satisfacción por la actividad realizada	15,8
Seguridad de la calidad de la actividad de cierre o juego	10,5
Curiosidad por el resultado	5,3
No realizó	5,3

Fuente: autores.

El 89,5% considera que empleando juegos se favorece el aprendizaje de los temas tratados por lo cual la población encuestada cataloga como de alta importancia este atributo. Puede afirmarse también que la mayoría considera que es de alta importancia el desarrollo de la creatividad, la capacidad para comunicar ideas y la capacidad de síntesis (Tabla 3) que se logran con el diseño de juegos.

Tabla 3

Valoración de atributos según la importancia o significancia

Escala	1 N/S	2 Baja	3 Media	4 Alta	N/ A
Aprendizaje sobre materiales de ingeniería, herramientas, y maquinaria empleados en construcción			5,3	89,5	5,3
Capacidad para comunicar ideas		5,3	10,5	78,9	5,3
Creatividad		5,3	10,	78,9	5,3
Capacidad de síntesis para seleccionar los temas a incluir en la actividad de cierre		5,3	26,3	63,2	5,3

Nota: N/S No significativo, N/A No aplica

Fuente: autores.

Con relación a la pregunta abierta sobre cuál fue el aspecto más desventajoso o difícil al momento de diseñar la actividad de cierre, se agrupan las respuestas según su similitud y se incluyen algunos comentarios de estudiantes según el tipo de respuesta obtenida:

- Tamaño del grupo: es fundamental definir si la actividad se realizará de manera individual o grupal.
- Motivación: selección de una actividad que cautivara al estudiante y que le permitiera aprender jugando.
Comentarios de los estudiantes: “Encontrar una actividad que permita integrar a todos los participantes y además que genere interés en ellos”. “Selección del tipo de incentivo o premio”
- Síntesis: identificación del tipo de pregunta, formato y tipo de respuesta a incluir
- Creatividad: los juegos serios a implementar pueden ser sencillos, didácticos y es posible encontrar juegos simples en páginas web que pueden ser empleados. En ocasiones, la comunicación entre pares es fundamental para evitar que se repitan los juegos.
Comentarios de estudiantes: “Desarrollar la actividad para que fuese innovadora y atractiva para los compañeros”. “Buscar un juego innovador y tratar de ponerse de acuerdo con los distintos grupos para no repetirlo”
- Tiempo disponible: normalmente, el juego se realiza al finalizar la presentación de los expositores y en ocasiones, si la exposición es muy extensa, el auditorio puede experimentar cansancio.

- Escenario: en ocasiones, algunas actividades despiertan euforia entre los participantes y esto incomoda a los estudiantes y profesores de aulas contiguas. Comentarios de estudiantes: “Realizar preguntas adecuadas y coherentes a la temática y que sean entendibles para mis compañeros”. “La mayor dificultad radica en no repetir la misma actividad lúdica que otros compañeros”. “Escoger la actividad e incentivar a las personas con premios, la parte más difícil fue organizar la idea para escoger la mejor opción con respecto a mi tema”.

3.1 Ejemplo de juegos didácticos diseñados

Se han seleccionado ejemplos de los juegos más destacados que los estudiantes implementaron en el aula de clase. No se incluyen los ejemplos de “Kahoot” que a pesar de corresponder a los de mayor frecuencia, carecen de novedad.

3.1.1 Sopa de Letras

Propósito del juego: reconocimiento de términos asociados a materiales empleados en revestimiento para paredes y pisos (Figura 1). Este juego fue adaptado por los autores de este artículo con información de Nicolás Plaza Herrera y Juan Pablo Castiblanco Bravo.



Figura 1. Sopa de letras sobre ventajas de revestimiento de paredes
Fuente: autores.

Funcionalidad: este juego puede implementarse de manera individual o grupal, incluyendo el reto de asignación de puntaje o premio a los tres primeros en terminar. Puede incluir la identificación de una frase oculta. En este caso la frase oculta en la Figura 1 es: “El ingeniero civil tiene alta responsabilidad social con el ambiente por eso es importante seleccionar adecuadamente el material”. Competencia: Familiarizar al futuro profesional con la oferta de materiales disponibles para pisos y paredes, así como con las propiedades mecánicas que poseen estos materiales. Recursos: papel y lápiz. Frecuencia: muy empleada por los estudiantes, por lo menos 4 de los 13 juegos por semestre implementan este tipo de juego.

3.1.2 Juego de cartas

Propósito del juego: identificación de elementos químicos que pueden emplearse para la formación de aleaciones resistentes. Este juego fue diseñado por Laura Karina Castrillón Zorrilla. Funcionalidad: este juego se recomienda de manera individual, incluyendo el reto de asignación de puntaje o premio a la conformación de la aleación más resistente. Competencia: diferenciar las aleaciones según su resistencia mecánica. Recursos: imprimir las cartas con las imágenes de los elementos químicos. Frecuencia: no es muy común. Fue empleado en el primer semestre de este estudio. Se observó habilidad de los estudiantes para reconocer las aleaciones más resistentes y en algunos casos decepción cuando dentro de las cartas que recibían no podían “armar” una aleación “poderosa”.



Figura 2. Juego de cartas para identificación de aleaciones

3.1.3 Concéntrase

Propósito del juego: asociación de revestimientos para paredes disponibles en el comercio (Figura 3). Este juego fue diseñado por Juan Esteban Castiblanco Londoño, estudiante de Ingeniería Civil. Funcionalidad: este juego se recomienda de manera grupal, incluyendo el reto de asignación de puntaje o premio a quien identifique o agrupe el mayor número de parejas de tarjetas. Competencia: identificar tipo de herramienta menor y equipo requeridos para la colocación de revestimientos en paredes. Recursos: impresiones de las tarjetas en tamaño 25 cm * 35 cm de manera que sea visible el texto para todos los estudiantes. Frecuencia: no es muy común. Fue empleado en el primero y en el segundo semestre de este estudio. Se observó mayor profundidad en la inclusión de términos sobre el tema de

estudio para el juego en aquel empleado en el segundo semestre de este estudio.

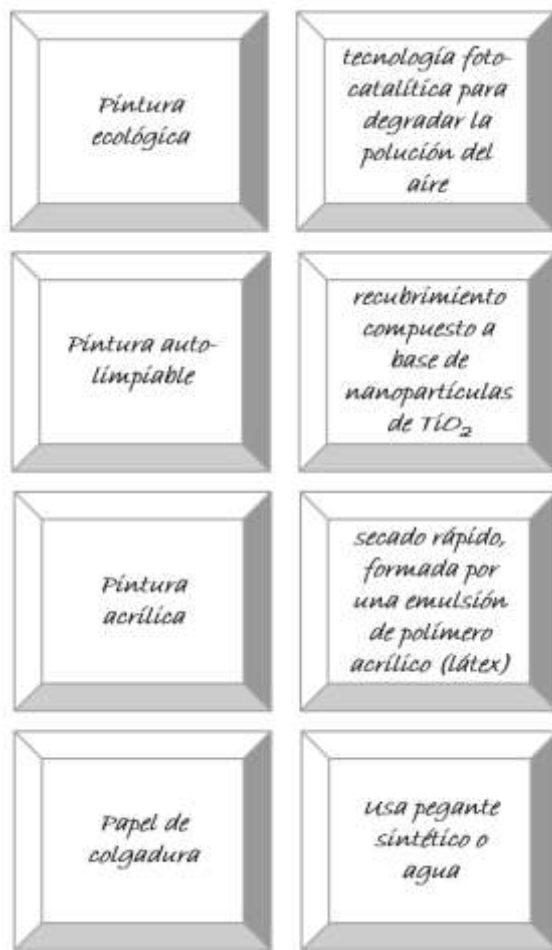
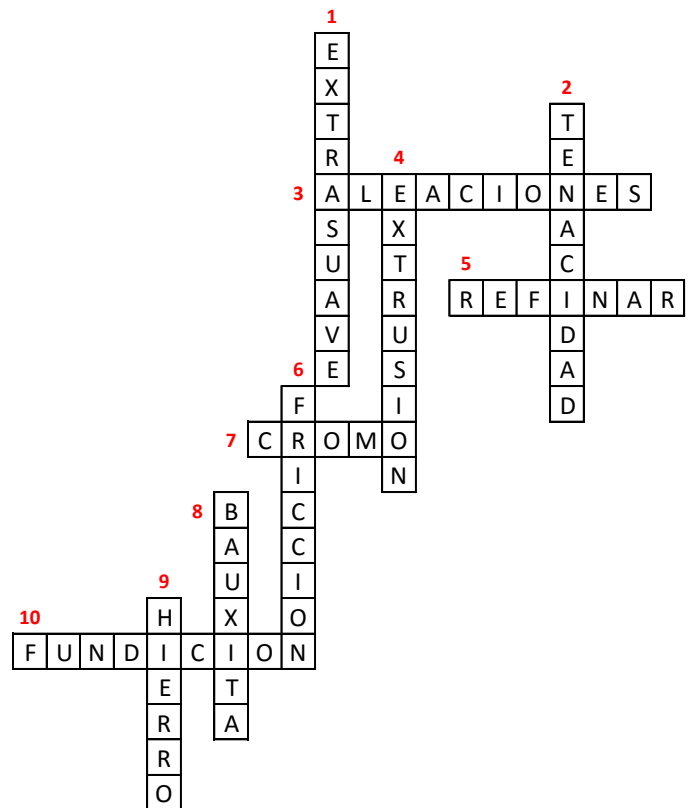


Figura 3 Tipo de preguntas para Concéntrate para aprendizaje de temas de pinturas.
Fuente: [28]

3.1.4 Crucigrama

Propósito del juego: identificación de procesos y materiales relacionados con la producción y uso del aluminio y acero estructural (Fig. 4). Este juego fue diseñado por Sebastián López Pantoja y Gabriel Rico Aragón, estudiantes de Ingeniería Civil. Funcionalidad: este juego se recomienda de manera individual, incluyendo el reto de asignación de puntaje o premio a los tres primeros en terminar. Competencia: reconocer los procesos para la producción de acero y aluminio estructural. Recurso: se requieren impresiones del crucigrama y lápiz. Frecuencia: muy empleada por los estudiantes, por lo menos 2 de los 13 juegos por semestre implementan este tipo de juego.



- 1V Tipo de acero con porcentaje de carbono entre 0.1 y 0.2
2V Una de las propiedades del acero.
3H El aluminio se refuerza a través de _____ y estas pueden incluir elementos como magnesio, manganeso, cobre y zinc.
4V Este mecanismo de moldeado de aluminio se genera a través de una prensa la cual ejerce una fuerte presión.
5H Segundo paso de la fabricación del acero
6V Técnica de soldar sin electrodo ni fuente de alimentación
7H Aleado para hacer acero inoxidable
8V Mineral del cual es extraído el aluminio mediante proceso Bayer y posteriormente es sometido a electrólisis
9V Componente principal del acero
10H Este mecanismo de moldeado se genera con ciertos moldes y exponiendo el aluminio a altas temperaturas hasta derretirlo

Figura 4. Crucigrama
Fuente: [29]

3.1.5 Juego digital

Los juegos en formato digital apoyan el proceso de enseñanza de variedad de temas de ingeniería [11], permiten poner en práctica conocimientos adquiridos [30] y le proveen al estudiante herramientas para mediante la prueba y error validen su aprendizaje [31]. Durante el segundo y tercer semestre se desarrollaron dos juegos digitales. No es muy común su uso.

El propósito del primer juego es la identificación de los materiales y elementos requeridos en el proceso de construcción de tapia pisada. Funcionalidad: se recomienda ejecutar este juego de manera individual en donde cada participante puede ingresar al enlace <https://wordwall.net/resource/34765552> donde se presenta un juego de laberinto titulado: “proceso de construcción tapia pisada.” Esta aplicación fue desarrollada por

Luisa Fernanda Revelo. Competencia: reconocer los requerimientos del suelo como material principal para el tapiado, técnica ancestral de construcción. Recursos: puede jugarse en Tablet, computador o celular. El propósito del segundo juego fue el reconocimiento de maquinaria menor y equipo requerido en actividades de construcción. Para su funcionalidad se recomienda la ejecución de manera individual en donde cada participante puede ingresar al enlace <https://view.genially.com/6361c7ad61361a0011eb0de9/interactive-content-quiz-equipos>, donde encontrará una pantalla inicial titulada: “el rescate de la profe Serrano”. Esta aplicación fue desarrollada por Juan Duque González y Manuel Melo Rivadeneira, estudiantes de Ingeniería Civil. Competencia: identificar la maquinaria disponible en procesos constructivos, características y rendimiento. Recursos: puede jugarse en Tablet, computador o celular.

4 Discusión

El rol de los juegos en la educación es cada vez más reconocido y valorado [32] por cuanto constituyen una herramienta pedagógica de utilidad para llevar a cabo evaluación formativa y sumativa en el aula [33]. Sin embargo, dependiendo del tipo de juego, el docente puede requerir un tiempo extra [5] para diseñar y evaluar el tipo de preguntas [34] que se incluirán en el juego. Así mismo, se debe destacar que la creación de un juego exige el cumplimiento de etapas similares a las incluidas en [6] y complementadas por otros diseñadores de juegos:

- Definición del objetivo pedagógico [6]. La lúdica y el aprendizaje son factores claves que se complementan en el proceso de diseño de un juego [14] posibilitando, en este caso, la enseñanza de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales y la herramienta menor, maquinaria y equipo empleados en la construcción de obras en ingeniería civil.
- Diseño de los escenarios. Resulta relevante seleccionar el juego y acondicionarlo a la temática de la clase [27] para garantizar que el juego diseñado esté justamente relacionado con un concepto concreto de la ingeniería civil
- Revisión de juegos existentes [6]. En lo particular, los juegos en formato digital apoyan el proceso de enseñanza de variedad de temas de ingeniería [11]. Sin embargo, se debe revisar el nivel de conceptualización del juego diseñado para que efectivamente se refuercen los temas de ingeniería y se favorezca el proceso de enseñanza. Los juegos digitales presentados en este estudio fueron diseñados en plataformas digitales de uso libre las cuales están disponibles para la comunidad en general.
- Definición del nivel de interacción de los usuarios [6]. Según el tipo de juego, estos permiten la interacción de actores bajo los roles de diseñador, promotor, comunidad y sociedad civil como usuario final bajo la guía del facilitador [12].
- Desarrollo del juego [6]. Según la tipología del juego, los jugadores ingresan al juego sin saber a qué se van a enfrentar y se van comprometiendo en el resultado de cada etapa del juego [12].
- Implementación [6]. Usualmente, en la implementación del juego se permite el uso de diferentes estrategias como el aprendizaje basado en problemas [35] [36] o estudio de casos.
- Evaluación del impacto pedagógico [6]. Los avances tecnológicos permiten desarrollos de juegos con aproximaciones muy cercanas a la realidad [17]. Según la modalidad del juego diseñado se favorecerá el aprendizaje asociativo, memorístico, experiencial, observacional, cooperativo, principalmente.
- El tiempo de duración del juego y el tiempo dedicado a comprender el tema es relevante también [6]. Suele ser recomendable plantear niveles de formación (principiante, avanzado, experto) por cuanto en cada uno se requiere un tiempo diferente para afianzar los temas [14].

5 Trabajo futuro

Se plantean mejoras para la implementación de juegos en la enseñanza en ingeniería civil [14] adaptadas según los resultados asociados al aprendizaje de los temas de cada asignatura. Particularmente, se proponen las siguientes acciones:

- Desarrollar un repositorio institucional de los juegos implementados para que sean adaptados para otras asignaturas de ingeniería.
- Establecer una rúbrica de evaluación antes y después de la implementación del juego con el fin de verificar la apropiación de los temas tratados.
- Ampliar el espectro de juegos para incluir acertijos, rompecabezas y mayor número de juegos en ambientes virtuales.
- Involucrar otros docentes y expertos diseñadores de juegos para ampliar la oferta de actividades [3]

6 Conclusiones

En este artículo se presentan ejemplos de juegos didácticos desarrollados por estudiantes de ingeniería civil sobre temas como maquinaria y equipo, herramienta menor y materiales de construcción abordados bajo la modalidad de Seminario en la asignatura Materiales de Ingeniería en Ingeniería Civil. Los docentes responsables de la implementación de estos juegos en el aula de clase consideran que los juegos didácticos constituyen una herramienta valiosa para el aprendizaje que puede adaptarse a diversas áreas de la ingeniería.

El estudio exploratorio realizado evaluó la percepción de los estudiantes de ingeniería civil respecto al diseño de juegos didácticos como una estrategia para mejorar el aprendizaje en temas disciplinares. Los resultados mostraron que los estudiantes expresaron satisfacción y alegría durante el desarrollo de esta actividad y destacaron la importancia del diseño de los juegos para el aprendizaje en temáticas asociadas

a ingeniería civil, así como también para el fortalecimiento de habilidades como la comunicación de ideas, la creatividad y la capacidad de síntesis.

Por otro lado, este estudio identificó también algunas desventajas para la implementación de los juegos en el aula tales como el tamaño de los grupos, el tiempo limitado para el desarrollo del juego, la adecuada selección de un juego para captar la atención de la audiencia y las posibles dificultades del espacio físico disponible para la realización de los juegos.

Como futuro trabajo, se sugiere la recopilación de ejemplos adicionales de juegos utilizados en la enseñanza de otras asignaturas en ingeniería, así como la incorporación de nuevos juegos impulsados por otros docentes. Esta iniciativa podría contribuir a la expansión y fortalecimiento de esta estrategia pedagógica en diferentes contextos educativos.

7 Agradecimientos

Esta investigación se adelantó con el apoyo del Semillero Gestión de Obras para apalancar los estudios del proyecto Estrategias Pedagógicas en Ingeniería Civil.

Referencias

- [1] Y.-M. Huang, L. M. Silitonga y T.-T. Wu, «Applying a business simulation game in a flipped classroom to enhance engagement, learning achievement, and higher-order thinking skills», *Computers & Education*, vol. 183, p. 104494, 2022. doi:https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104494
- [2] D. O'Sullivan, A. Rolstadas y E. Filos, «Global education in manufacturing strategy», *Journal of Intelligent Manufacturing*, vol. 22, n° 5, pp. 663-674, octubre 2011. doi:http://dx.doi.org/10.1007/s10845-009-0326-2
- [3] D. Fisher, «CMS-based simulations in the writing classroom: Evoking genre through game play», *Computer and Composition*, vol. 24, pp. 179-197, 2007. doi:doi:10.1016/j.compcom.2006.06.004
- [4] B. Pourabdollahian, M. Taisch y E. Kerga, «Serious Games in Manufacturing Education: Evaluation of Learners' Engagement», *Procedia Computer Science*, vol. 15, pp. 256-265, 2012. doi: https://doi.org/10.1016/j.procs.2012.10.077
- [5] C. Udeozor, R. Toyoda, F. Russo Abegão y J. Glassey, «Digital games in engineering education: systematic review and future trends», *European Journal of Engineering Education*, vol. 48, n° 2, pp. 321-339, 2023. DOI: 10.1080/03043797.2022.2093168
- [6] G. L. Carmona Gonzalez, L. E. Pelaez Valencia y H. Trefftz, Use of a Serious Game for Teaching Operations Programming: Students' Perceptions, Las Vegas: IEEE, 2018, pp. 667-670. DOI: 10.1109/CSCI46756.2018.00134
- [7] H.-M. Chen y K.-W. Wei, «Application of Serious Game Model on Simulation Training for Decision Makings of Project Management», *Proceedings of Engineering and Technology Innovation*, vol. 5, pp. 25-30, 2017.
- [8] R. Dörner, S. Göbel, W. Effelsberg y J. Wiemeyer, Serious games: Foundations, Concepts and Practices, 1 ed., Switzerland: Springer International Publishing, 2016, p. 421. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-40612-1
- [9] N. Alkis y S. Ozkan, A Modified Technology Acceptance Model for E-Assessment: Intentions of Engineering Students to Use Web-Based Assessment Tools, Arlington: Proceedings of the 2010 IEEE Frontiers in Education Conference, 2010, pp. 27-30.
- [10] D. M. Adams, C. Pilegard y R. E. Mayer, «Evaluating the Cognitive Consequences of Playing Portal for a Short Duration», *Journal of Educational Computing Research*, vol. 54, n° 2, pp. 173-195, 20 diciembre 2015. doi:https://doi.org/10.1177/0735633115620431
- [11] K. Cook-Chennault, I. Villanueva Alarcón y G. Jacob, «Usefulness of Digital Serious Games in Engineering for Diverse Undergraduate Students», *Education Science*, vol. 12, n° 27, pp. 1-30, 2022. doi:https://doi.org/10.3390/educsci12010027
- [12] M. Sousa, «A Planning Game Over a Map: Playing Cards and Moving Bits to Collaboratively Plan a City», *Frontiers in Computer Sciences*, vol. 2, n° Artículo 37, pp. 1-12, 2020. doi:https://doi.org/10.3389/fcomp.2020.00037
- [13] S. Garcia Fracaro, P. Chan, T. Gallagher, Y. Tehreem, R. Toyoda, K. Bernaerts, J. Glassey, T. Pfeiffer, B. Slof, W. Sven y M. Wilk, «Towards Design Guidelines for Virtual Reality Training for the Chemical Industry», *Education for Chemical Engineers*, vol. 36, pp. 12-23, 2021. doi:https://doi.org/10.1016/j.ece.2021.01.014
- [14] M. C. Gómez-Álvarez y C. M. Zapata Jaramillo, «Una propuesta de clasificación de juegos con propósito educativo para ingeniería de software», *Ingeniare Revista Chilena de Ingeniería*, vol. 30, n° 2, pp. 239-254, 2022. doi:http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052022000200239
- [15] M. Grösser, «Effective teaching: Linking teaching to learning functions», *South African Journal of Education*, vol. 27, n° 1, pp. 37-52, 2007. Obtenido de https://www.ajol.info/index.php/saje/article/view/25097/20766
- [16] A. Goli, F. Teymournia, M. Naemabadi y A. A. Garmaroodi, «Architectural design game: A serious game approach to promote teaching and learning using multimodal interfaces», *Education Information Technology*, vol. 27, n° 8, pp. 11467-11498, 2022. doi: 10.1007/s10639-022-11062-z
- [17] A. D. Kaplan, J. Cruik, M. Endsley, S. M. Beers, B. Sawyer y P. Hancock, «The Effects of Virtual Reality, Augmented Reality, and Mixed Reality as Training Enhancement Methods: A Meta-Analysis», *Human factors The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, vol. 63, n° 4, pp. 706-726, 2021. doi:https://doi.org/10.1177/0018720820904229
- [18] N. Flores, A. C. Paiva y N. Cruz, «Teaching Software Engineering topics through Pedagogical Game Design Patterns: An empirical study», *Information*, vol. 11, n° 3, pp. 1-21, 2020. doi:https://doi.org/10.3390/info11030153
- [19] P. Wouters, C. van Nimwegen, H. van Oostendorp y E. van der Spek, «A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games», *Journal of Educational Psychology*, vol. 105, n° 2, pp. 249-265, 2013. doi:https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/a0031311
- [20] A. Gogus, Bloom's Taxonomy of Learning Objectives. Encyclopedia of the Sciences of Learning, Boston: Springer, 2012.
- [21] I. F. Mondragón Bernal, «A System for Immersive Medical and Engineering Training Based on Serious Games», *Ingeniería y Universidad*, vol. 24, pp. 1-12, 2020. doi:https://doi.org/10.11144/javeriana.iued24.sime
- [22] J. Irizarry y D. M. Abraham, «Application of virtual reality technology for the improvement of safety in the steel erection process», *International Conf. Computing in Civil Engineering*, pp. 1-11, 2005. doi:http://dx.doi.org/10.1061/40794(179)148
- [23] M. Papastergiou, «Digital game-based learning in high school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation», *Computers & Education*, vol. 52, n° 1, pp. 1-12, 2009. doi: 10.1016/j.compedu.2008.06.004
- [24] C.-M. Li, I.-C. Yeh, S.-F. Chen, T.-Y. Chiang y L.-C. Lien, «Virtual Reality Learning System for Digital Terrain Model Surveying Practice», *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, vol. 134, n° 4, pp. 335-345, octubre 2008. doi:http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)1052-3928(2008)134:4(335)
- [25] V. Wattanasontorn, I. Boada, R. García y M. Sbert, «Serious games for health», *Entertainment Computing*, vol. 4, n° 4, pp. 231-247, 2013. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.entcom.2013.09.002
- [26] G. J. Cristancho Triana y F. A. Ninco Hernández, «El consumo responsable y su influencia en las actividades de reciclaje en el hogar: Un estudio exploratorio», *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, vol. 69, pp. 190-220, 2023. doi: https://doi.org/10.35575/rvucn.n69a8
- [27] M. Sousa, Modern Serious Board Games: modding games to teach and train civil engineering students, Porto: Conference Paper, 2020, pp. 197-201. doi:https://doi.org/10.3389/fcomp.2020.00037
- [28] J. E. Castiblanco, Preguntas concéntrase en el aprendizaje de pinturas, Santiago de Cali: Juego diseñado para la asignatura Materiales de Ingeniería en la Pontificia Universidad Javeriana Cali, 2022.
- [29] S. López Pantoja y G. Rico Aragón, Crucigrama elaborado para el aprendizaje de Acero y Aluminio estructural, Santiago de Cali: Juego diseñado para la asignatura Materiales de Ingeniería en la Pontificia Universidad Javeriana Cali, 2022.
- [30] L. E. González Castaño, S. V. Marroquín Soto, G. V. Maturana González y R. A. Manjarrés Betancur, «Coffee Challenge: Un juego para el aprendizaje de patrones de diseño de software», *Revista Politécnica*, vol.

- 17, n° 17, pp. 34-46, 2021.
doi:http://dx.doi.org/10.33571/rpolitec.v17n33a3
- [31] D. Vlachopoulos y A. Makri, «The effect of games and simulations on higher education: a systematic literature review», *International Journal educational technology in higher education*, vol. 14, p. Artículo 22, 2017. doi:https://doi.org/10.1186/s41239-017-0062-1
- [32] K. Squire, «From Content to Context: Videogames as Designed Experience», *Educational Researcher*, vol. 35, n° 8, pp. 19-29, 2006. doi:https://doi.org/10.3102/0013189X035008019
- [33] J. P. Gee, «What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy», *Computers in Entertainment*, vol. 1, n° 1, pp. 1-4, 2003. doi:https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/950566.950595
- [34] V. J. Shute y F. Ke, «Games, Learning, and Assessment,» de Theoretical foundations of learning environments, Segunda edición ed., Routledge, 2012, pp. 493-525. doi:http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-3546-4_4
- [35] J. Matute y I. Melero, «Game-based learning: Using business simulators», *Universia Business Review*, vol. Third Quarter, pp. 72-111, 2016. doi:10.3232/UBR.2016.V13.N3.03
- [36] F. Pasin y H. Giroux, «The impact of a simulation game on operations management education», *Computers & Education*, vol. 57, n° 1, pp. 1240-1254, 2011. doi:10.1016/j.compedu.2010.12.006

M. F. Serrano-Guzmán es docente de ingeniería civil en la Pontificia Universidad Javeriana de Cali, Colombia. Doctora en Ingeniería Civil de la Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, Magister en Ingeniería de la Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez, Especialista en Ingeniería Ambiental de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga y Especialista en Gerencia de Proyectos de Construcción, e Ingeniera Civil de la Universidad Industrial de Santander. ORCID: 0000-0002-7366-6597.

D. D. Pérez-Ruiz es docente de ingeniería civil en la Pontificia Universidad Javeriana de Cali, Colombia. Doctor en Ingeniería Civil de la Universidad de Texas en Arlington, USA, Magister en ciencias en Ingeniería de Tránsito y Transporte de la Universidad del Cauca, Colombia. Magister en ciencias en Ingeniería Civil énfasis en Recursos Hídricos de la Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez e Ingeniero Civil de la Universidad del Cauca. ORCID: 0000-0002-9656-2803.

M. F. García-Aladín es docente de ingeniería civil en la Pontificia Universidad Javeriana de Cali, Colombia. Doctora en Ingeniería Civil de la Universidad del Valle, Magister en ciencias en Ingeniería de Tránsito y Transporte de la Universidad del Cauca, Colombia. https://orcid.org/0000-0001-6437-2792

L. F. Revelo Obando integrante del semillero Gestión de Obras y del Grupo DeCor como estudiante investigadora del programa de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali. Participó en el XXVIII Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico con el proyecto “Características Físicas del Suelo Relacionadas con el Riego en la Cuenca del Río San Pedro en Nayarit”. Es egresada de la Institución Educativa Juan XXIII de Puerres, Nariño. https://orcid.org/0009-0001-0597-1311