

Patiño García, S. J., & Garzón, J. (2024, enero-abril). Efectos de un videojuego en el aprendizaje y la motivación de los alumnos en un curso de Ciencias Naturales. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (71), 81-104. <https://www.doi.org/10.35575/rvucn.n71a5>

Efectos de un videojuego en el aprendizaje y la motivación de los alumnos en un curso de Ciencias Naturales

Effects of a videogame in learning and students' motivation in a science course

Sara Janeth Patiño García

Magíster en Educación

Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Católica de Oriente
Rionegro, Colombia

sarajanethp@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6134-7313>

CvLAC:

https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0002067726

Juan Garzón

Doctor en Ciencias de la Computación

Facultad de Ingenierías, Universidad Católica de Oriente
Rionegro, Colombia

fgarzon@uco.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0374-8570>

CvLAC:

https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001473265

Recibido: 10 de marzo de 2023

Evaluado: 04 de septiembre de 2023

Aprobado: 07 de diciembre de 2023

Tipo de artículo: Investigación

Resumen

Uno de los retos para los docentes de Ciencias Naturales es motivar a sus estudiantes para impactar positivamente el aprendizaje y la retención del conocimiento. En atención a esto, se desarrolló un videojuego con base en la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia y el aprendizaje basado en



juegos. Este artículo presenta los resultados de un experimento educativo que midió el efecto del videojuego en el aprendizaje, la retención del conocimiento y la motivación en estudiantes de noveno grado. Los estudiantes fueron asignados aleatoriamente al grupo experimental, quienes usaron el videojuego, o el grupo control, quienes usaron metodologías tradicionales. Se recurrió al enfoque cuantitativo y a un paradigma experimental. Los resultados en torno al aprendizaje dejaron ver que el grupo experimental aumentó más sus conocimientos que el grupo control ($t(54) = 4.9$, $p < .05$). Resultados similares se obtuvieron en la retención del conocimiento, donde se encontraron diferencias estadísticamente significativas en favor del grupo experimental ($t(54) = 5.93$, $p < .05$), al igual que los efectos sobre la motivación para aprender ($t(54) = 8.49$, $p < .05$). Finalmente, se concluye que el uso de estas herramientas en la enseñanza de las Ciencias Naturales es pertinente para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes.

Palabras Clave: Aprendizaje activo; Aprendizaje basado en juegos; Ciencias Naturales; Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia; Videojuegos.

Abstract

One of the challenges for science teachers is to motivate their students to positively impact learning and knowledge retention. For this reason, a game was developed that was designed considering the Cognitive theory of multimedia learning and the game-based learning approach. This article presents the results of an educational experiment that measured this game in the learning and retention of knowledge in ninth grade students. The students were randomly assigned to two groups: the experimental group, who used the game, or the control group, who used traditional methodologies. The quantitative approach and an experimental paradigm were used. The results regarding learning revealed that the experimental group increased their knowledge more than the control group ($t(54) = 4.9$, $p < .05$). Similar results were obtained in knowledge retention, where statistically significant differences were found in favor of the experimental group ($t(54) = 5.93$, $p < .05$), as were the effects on the motivation to learn ($t(54) = 8.49$, $p < .05$). Finally, it is concluded that the use of these tools in the teaching of Natural Sciences is pertinent to improve the academic performance of students.

Keywords: Active learning; Game-based Learning; Natural Sciences; Cognitive theory of multimedia learning; Videogame.

Introducción

Algunos estudios señalan que el interés de los estudiantes para establecer una cercanía con los contenidos del área de Ciencias Naturales es bajo (Ho & Devi, 2020; Mohd et al., 2019; Owens et al., 2020). Se tienen identificados diferentes motivos, entre algunos de ellos está la falta de motivación o de elementos que los lleve a querer estar involucrados en estos procesos (Olivo-Franco, 2022). La pregunta entonces sería: ¿a qué se debe la falta de interés en los estudiantes por esta ciencia? Y, aunque pueden existir múltiples razones a dicha falta de interés, se hace especial énfasis en la relación existente entre la motivación, la memoria y el aprendizaje para dar respuesta a este interrogante. Esta relación se da gracias al sistema límbico, ya que son las estructuras corticales y subcorticales interconectadas entre sí, vinculando las emociones viscerales con la cognición y el comportamiento (Lucas-Oliva et al., 2022).

Dicho esto, se hace importante mencionar la forma en que los alumnos perciben los contenidos de un área como la química, que es parte de las ciencias naturales. Los estudiantes llegan al aula con una imagen negativa sobre ella, conservando la idea de que es una asignatura aburrida y, sobre todo difícil de comprender. Todo esto se da, en parte, por la falta de contextualización que se le da al alumnado, tanto de los impactos positivos como de los peligros que recaen en ella (DeBoer, 2019).

Por lo anterior, es fundamental para el docente preocuparse por la enseñanza/aprendizaje de las Ciencias Naturales, pues más allá de la importancia del contenido temático, aportan a la alfabetización científica y tecnológica. Igualmente, cuando los jóvenes se involucran en las decisiones tecno-científicas, se incentiva la participación democrática-ciudadana, la autonomía y el pensamiento crítico (Figuroa Céspedes et al., 2020; Orellana-Sepúlveda et al., 2018; Yacoubian, 2018). Otros estudios han demostrado que gracias a herramientas tecnológicas y universos narrativos los estudiantes pueden comprender diferentes realidades sociales y culturales de sus naciones (Amador-Baquirol, 2021).

Así pues, se ha demostrado ampliamente que los métodos tradicionales, tales como las clases magistrales o aquellas basadas en la memorización e interpretación, suelen ser insuficientes para la enseñanza de las ciencias naturales. Por tanto, diversos estudios abogan por el uso de metodologías en las cuales los alumnos sean protagonistas de sus procesos de aprendizaje a partir de la interpretación de experiencias de su entorno (Tigse Parreño, 2019). Por tanto, es imprescindible trabajar los contenidos temáticos y las metodologías de enseñanza en las escuelas, para que respondan a las expectativas de los estudiantes y a las necesidades de la sociedad contemporánea (Porlán Ariza, 2018).

En este sentido, fueron abordadas en esta investigación varias cuestiones importantes. En primer lugar, el desarrollo de un videojuego teniendo en cuenta el aprendizaje basado en juegos (GBL) y en la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia (CTML). En segundo lugar, se midió el impacto que tuvo el recurso en estudiantes de noveno grado, en torno al aprendizaje, la retención de conocimiento y la motivación. Se usó un enfoque cuantitativo y se recurrió a un paradigma empírico analítico con un diseño de experimental. En este artículo se plantea, inicialmente, el desarrollo del videojuego para la enseñanza de las propiedades cuantitativas de las sustancias; posterior, se presenta el estudio de caso realizado, con el fin de medir los impactos del videojuego en la educación.

Dicho esto, la investigación se planteó como objetivo medir los impactos de un videojuego en el aprendizaje y en la retención del conocimiento; a su vez, identificar cómo afecta la motivación de los estudiantes el aprendizaje de las ciencias naturales. Para obtener este objetivo, se presenta inicialmente un marco teórico con el fin de mostrar el paradigma que compete a esta investigación y los aspectos teóricos necesarios para abordarlo. Seguido a esto, se presenta la metodología planteada sobre la que se desarrolló la investigación. Posterior, se presentan los resultados obtenidos en el estudio de caso planteado y la discusión de estos con base en la teoría existente. Finalmente, se presentan las principales conclusiones del estudio.

Marco teórico

Entorno a lo anterior, se construyó un marco teórico teniendo el constructivismo social como paradigma epistemológico. Este tiene en cuenta el desarrollo humano como un desarrollo

también cultural, pues es necesaria la interacción del sujeto con su entorno para lograr la construcción del conocimiento, o la formación de funciones psicológicas superiores (Vygotsky, 1980). Así pues, es necesario transformar el conocimiento del individuo a través de las interacciones con otros y el medio que lo rodea para generar nuevas sapiencias.

A partir del constructivismo, se puede hablar teóricamente sobre dos enfoques que serán las herramientas clave en esta investigación; el GBL y las CTML. Respecto al primero, Prensky (2003) ha sugerido que la reproducción de vídeos y juegos computarizados tienen un efecto positivo en la motivación, y ayudan a mejorar la atención de los estudiantes en las clases. Este tipo de herramientas facilita el aprendizaje por medio de la interacción social, la participación, y la motivación, lo que genera las dinámicas y mecánicas del juego. Se señala así, que los videojuegos no son un enemigo para la intervención del docente, sino que, por el contrario, se convierten en un aliado para configurar un ambiente ameno en sus clases (Rüth et al., 2022).

En la actualidad, los conceptos del GBL se aplican extensivamente para desarrollar estrategias educativas enfocadas en las ciencias naturales. Por ejemplo, juegos que simulan ecosistemas para enseñar sobre interacciones entre especies (Jarić et al., 2020), juegos de laboratorio virtual que permiten a los estudiantes realizar experimentos científicos (Kapilan et al., 2021), y juegos de simulación que abordan conceptos complejos como la genética o la evolución (Iovino et al., 2021). Estos juegos ofrecen una forma práctica y envolvente de aprender, promoviendo la participación activa, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, al tiempo que fomentan el interés y la motivación de los estudiantes por las ciencias naturales. Por tanto, se considera que la aplicación de esta teoría mejorará la efectividad del recurso desarrollado, especialmente en lo correspondiente a la motivación de los estudiantes.

Por otro lado, la CTML señala que el aprendizaje multimedia permite que el alumno construya una representación mental a partir de las palabras e imágenes que se le presentan (Mayer, 2002). Por esto la CTML impacta en el proceso de aprendizaje, puesto que los mensajes que incluyen elementos dinámicos ayudan a generar representaciones tácitas de aquello que es desconocido. Según Mayer (2002), estas imágenes que pueden ser gráficos estáticos, como fotos, dibujos o mapas, fomentan el aprendizaje de los estudiantes.

Además, la CTML ha sido ampliamente aplicada en la educación científica. Esta teoría proporciona los fundamentos para desarrollar recursos educativos más enriquecedores y diversos

para presentar la información, ayudando a los estudiantes a construir una comprensión más profunda de los conceptos científicos (Parong & Mayer, 2021). Los educadores y diseñadores instruccionales utilizan sus principios para crear materiales educativos multimedia que promueven la comprensión de conceptos científicos (Chen, 2020), incorporando elementos visuales, auditivos y animaciones interactivas para mejorar el aprendizaje y la retención de la información. Entre las principales ventajas de los recursos diseñados bajo los lineamientos de la CTML se encuentra la motivación generada en los estudiantes (So et al., 2019) y la disminución de la carga cognitiva en los estudiantes (Parong & Mayer, 2021). Por tanto, se considera que la aplicación de esta teoría puede mejorar la efectividad del recurso diseñado como herramienta para entender los conceptos científicos propuestos

Teniendo en cuenta estos enfoques, se logran identificar los videojuegos como una herramienta útil para generar un mayor interés en los estudiantes. Gracias a la portabilidad y facilidad de acceso a la información, los videojuegos logran fortalecer sus conocimientos, en cualquier espacio y momento (Ortiz Ortiz & Hernández Yomayuzá, 2023).

Metodología

Esta investigación estuvo enmarcada en un paradigma empírico analítico, con un enfoque cuantitativo, y se realizó a través de un diseño experimental. Para esto se planteó, inicialmente, el desarrollo del videojuego para la enseñanza de las propiedades cuantitativas de la materia. Posteriormente, se presentó el estudio de caso realizado con el fin de medir los impactos del videojuego en la educación, comparado con una clase tradicional.

Diseño instruccional del videojuego

El videojuego utilizado para este estudio de caso se desarrolló implementando el modelo instruccional ADDIE. Este es un proceso de sistematización que sirve para dar solución a situaciones complejas, el cual consta de cinco etapas: Analizar, Diseñar, Desarrollar, Implementar y Evaluar (Peterson, 2003). A continuación, se da cuenta del proceso de creación del recurso, donde se hizo uso de las primeras cuatro etapas de forma progresiva y la evaluación se aplicó durante

todo el proceso. Esto permitió estar navegando entre los primeros estadios en los momentos necesarios.

Análisis: En esta etapa se identificó el grupo objetivo, su entorno y sus necesidades formativas. Se eligieron estudiantes del grado noveno que mostraron desinterés por las Ciencias Naturales y afinidad a los juegos de realidad virtual. Con esta información se planteó la necesidad de un juego que aumentara el interés por aprender y permitiera el proceso evaluativo, disminuyendo así la tensión por este momento del proceso. El contenido del recurso se eligió teniendo en cuenta el plan de estudios y sus conocimientos previos; para el momento en que se aplicaría la prueba era pertinente realizarlo sobre las propiedades cuantitativas de las soluciones. Adicional, se incluyeron algunos apartados donde los estudiantes que sintieran la necesidad de repasar algunos temas lo pudieran realizar sin inconvenientes.

Diseño: En el diseño se desarrolló el curso a dictar con el videojuego. Para este se tuvo en cuenta el aprendizaje activo que presenta al estudiante como personaje principal de su proceso e incentivando sus habilidades de búsqueda y análisis de la información (Keyser, 2000). La estructura que se planteó para el juego contaba con un primer momento donde se determinan los requerimientos y las instrucciones para su uso. Posterior, se determinó la necesidad de una introducción, donde se indujera a los estudiantes a un juego de roles en el cual tendrían un objetivo final. Luego, un apartado de misiones donde se debe pasar por diferentes situaciones y aprendizajes de las propiedades cuantitativas con el fin de lograr el objetivo del juego. Y, por último, un juego donde se dará cuenta de las lecciones aprendidas.

Desarrollo: Teniendo en cuenta la etapa de diseño se creó el juego usando la herramienta Genially, en la cual se pueden crear contenidos audiovisuales e interactivos con fines educativos. El contenido pedagógico y actividades evaluativas fueron desarrollados por el docente de Ciencias Naturales de la institución donde se utilizó el aplicativo. Además, se realizaron pruebas piloto con ayuda de algunos estudiantes del grado décimo, con el fin de realizar los ajustes necesarios para llegar a la versión final del recurso.

Implementación: En la implementación se puso en ejecución el videojuego desarrollado. Se entregó el juego al grupo experimental para ser usado en una sesión, donde se permitió que cada uno fuera avanzando a su propio ritmo en la construcción de su conocimiento. Posterior, se

realizó el primer momento evaluativo y se permitió que lo continuaran usando de forma autónoma para más adelante revisar la retención de sus conocimientos en el tiempo.

Evaluación: La evaluación se realizó de forma continua, desde la fase de análisis hasta la implementación del recurso. Se presentó el juego a dos expertos en química, quienes fueron dando aportes durante el proceso, para dar fe de tener todo el contenido temático necesario para dar cumplimiento al objetivo pedagógico. Adicional, antes de la implementación con el grupo experimental se le presentó a cinco estudiantes del grado décimo, quienes ya habían visto este tema con anterioridad. Ellos navegaron por el aplicativo identificando posibles mejoras para aumentar el aprovechamiento de este.

Finalmente, se presentó el juego a un magister en Ingeniería con especialidad en tecnologías aplicadas a la educación, a un experto en Química y a 8 estudiantes que fueron parte del estudio, con el fin de que evaluaran la calidad del programa de aprendizaje planteado. Esto se realizó por medio de la herramienta *Learning Object Review Instrument (LORI)*, la cual permite evaluar el juego en nueve dimensiones: calidad de los contenidos; adecuación de los objetivos de aprendizaje; feedback y adaptabilidad; motivación; diseño y presentación; usabilidad; accesibilidad; reusabilidad; cumplimiento de estándares y especificaciones internacionales (Vargo et al., 2003).

Estudio de caso

Para este estudio de caso se utilizó un enfoque investigativo cuantitativo, que pretende dar cuenta del impacto de un videojuego en la enseñanza de las Ciencias Naturales en el aprendizaje, la retención del conocimiento y la motivación de los estudiantes.

Población: Este estudio se realizó con 56 estudiantes del grado noveno de una institución educativa privada de Rionegro (Antioquia, Colombia), con edades que oscilaron entre 13 y 15 años. Estos no contaban con conocimientos previos sobre las propiedades cuantitativas de las soluciones. Además, se eligió el grupo experimental ($n=29$) y el grupo control ($n=27$) de forma aleatoria.

Procedimiento: Las clases de ambos grupos (control y experimental) fueron impartidas por el mismo docente para evitar alteraciones experimentales por diferentes estilos de enseñanza o personalidades del docente (Kim et al., 2019).

Procedimiento del grupo control: Con el grupo control se realizó una primera sesión donde se aplicó un pre-test con el fin de saber su nivel de conocimientos previos. Luego se dictó el tema de forma tradicional, es decir, se realizó con apoyo del texto guía y haciendo uso de metodologías de aprendizaje pasivo. Inmediatamente, después de la clase, se presentó a los estudiantes un post-test para medir los niveles aprendidos y se hizo uso de la encuesta IMMS (*Instructional Materials Motivation Survey*) como instrumento de medición de la motivación. Quince (15) días después se aplicó un test de seguimiento con el fin de medir la retención del conocimiento.

Procedimiento del grupo experimental: Con el grupo experimental se realizaron también tres momentos. Primero el pre-test, luego se dictó la temática elegida con apoyo del juego. En este momento cada estudiante tenía en su celular el aplicativo y navegó por él a su propio ritmo; el docente estaba como guía en caso de que existiera alguna dificultad técnica o requieran algún apoyo con el tema. Para finalizar, la clase se realizó un post-test y la encuesta de motivación. Igual que el grupo control, se realizó 15 días después un test de seguimiento con el mismo fin.

Es importante aclarar que todos los test y encuestas aplicadas fueron los mismos para ambos grupos. Para su elaboración se contó con apoyo de un experto en Química y de estudiantes del grado décimo, que vieron el tema el año anterior, con el fin de verificar su pertinencia.

Instrumentos: Para el tratamiento de los datos se utilizaron las siguientes herramientas. Inicialmente se realizó un pre-test. Con este se buscaba verificar el conocimiento previo sobre las propiedades cuantitativas de las soluciones de ambos grupos del estudio (control y experimental). Luego de la implementación de la clase, ambos grupos realizaron un post-test con la intención de medir las ganancias de aprendizaje con los diferentes métodos de enseñanza (Rogers & Révész, 2019). Posteriormente, para medir la retención del conocimiento se realizó un test de seguimiento, quince días después de finalizada la intervención. Cabe resaltar que los tres exámenes (pre-test, post-test, y test de seguimiento) consistían en 10 preguntas de selección múltiple y con una calificación máxima de 5.0. Además, para medir la motivación, se usó la encuesta de medición de materiales instructivos (IMMS) de Keller (2010). Esta encuesta define cuatro parámetros de la motivación: atención, relevancia, confianza, y satisfacción. Se implementó la encuesta de

motivación IMMS que consta de 3 preguntas para cada parámetro con una escala de Likert de 1 a 5.

Finalmente, fuera del estudio de caso, en la etapa de diseño del videojuego se utilizó la herramienta LORI para evaluar la pertinencia del mismo en el estudio, calificando nueve dimensiones de este (Vargo et al., 2003).

Resultados

Inicialmente en este apartado se presentará el desarrollo del video juego y los resultados obtenidos en la evaluación de este. Posterior, se presentará lo obtenido del estudio de caso.

Desarrollo del videojuego

El videojuego desarrollado tiene la intención educativa de apoyar la enseñanza en una clase de Química sobre de las propiedades cuantitativas de la materia. Este cuenta con una estructura organizada de tal forma que se vaya navegando con un orden lógico para ir adquiriendo los elementos necesarios para abordar toda la temática. El juego tiene 4 sesiones: Introducción, Personajes, Misiones, e Instrucciones. El acceso al recurso es abierto mediante el enlace: <https://view.genial.ly/6237af0b9ff5ed0019249eb6/interactive-content-propiedades-cuantitativas>.

En la etapa de introducción se pretende sumergir al estudiante en la historia de Mario Bros y la princesa, que tienen una dificultad con un dragón; la única opción para salvarlos es superar diferentes misiones que tendrán inmersas la temática planteada en el plan de estudios. Estas misiones se pueden cumplir con diferentes roles, los cuales se podrán elegir en la sesión de personajes. Los roles propuestos son personajes del conocido videojuego Mario Bros.

En el apartado de instrucciones se encuentran las indicaciones y requerimientos para vivir una experiencia positiva en el aprendizaje y el juego. Para tener una mejor experiencia se recomienda utilizar el juego en computador; sin embargo, también se puede usar sin mayores inconvenientes en dispositivos móviles. Adicional, es necesario contar con conexión a internet, pues este está construido con diferentes elementos que van llamando páginas como videos educativos, laboratorios virtuales, entre otras herramientas de apoyo educativo.

En la sesión de misiones, se encuentran diez apartados como se puede ver en la Figura 1a. En esta hay 8 misiones donde se irá jugando y aprendiendo las diferentes formas de cuantificar la cantidad de soluto en las soluciones y se hará un repaso de los temas necesarios de las soluciones para abordar el tema a cabalidad. Para dar un ejemplo de cómo son las misiones se expone a continuación una de las misiones.

La misión agua, cuenta con 3 espacios: En el primero se accede a un video donde se presentan las propiedades del agua. En el segundo, se presenta una canción de un artista de interés de los estudiantes; esta canción tiene relación con el tema y sirve para tomar una pequeña pausa del momento educativo de forma entretenida. Por último, se accede a un juego donde se practicarán los conocimientos aprendidos y se obtendrá al superarlo un elemento necesario para derrotar al dragón. El juego consiste en arrastrar por el agua una luz que va mostrando las diferentes opciones de respuesta de las preguntas planteadas del tema, como se puede ver en la Figura 1.b. Cada una de las misiones del juego cuenta con diferentes mini juegos y apoyos educativos que aportan al proceso, entre ellos se puede ver desde videos explicativos, ejemplos tomados de la vida cotidiana, juegos de Quizizz y laboratorios virtuales de Phet.colorado.edu, como se puede ver en la Figura 1.c.

Todas estas misiones tienen como fin llegar al castillo donde se encontrarán con el Dragon Sarius P, que es el villano que tiene capturada a la princesa de Mario. Este solo podrá ser derrotado si se obtuvieron en las diferentes misiones las 4 gemas de poder para la espada que lo puede vencer y el código de 4 dígitos para abrir las puertas del castillo. En este último juego se derrota al villano golpeando al dragón cierta cantidad de veces con la espada completa, como se puede ver en la Figura 1.d.

Figura 1

Diferentes momentos del videojuego creado



Figura 1.a.



Figura 1.b.

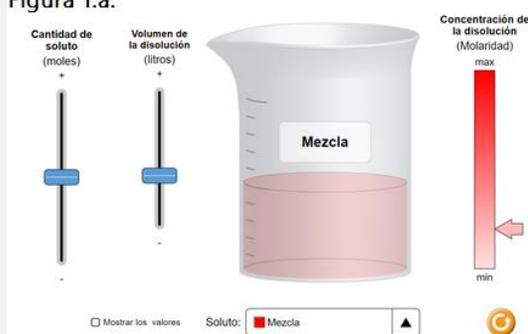


Figura 1.c.

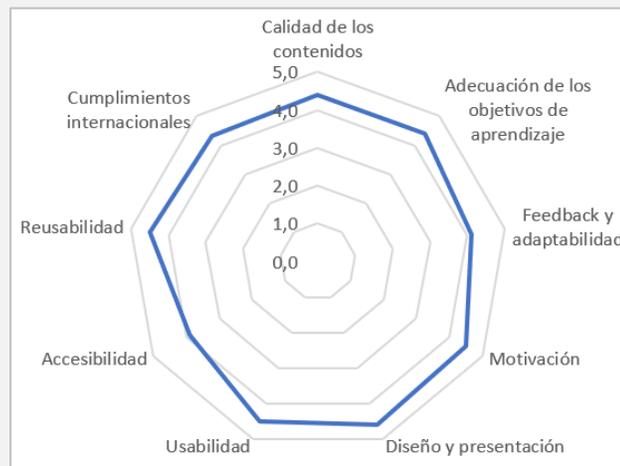


Figura 1.d.

En la Figura 2 se presenta la gráfica con el promedio de los resultados obtenidos en cada uno de los parámetros de la prueba LORI. En esta se puede observar que en todas las dimensiones analizadas se obtienen resultados por encima de 4.0, demostrando que el video juego es una herramienta eficaz para la enseñanza de un tema en particular. Este es el punto de partida para poder implementar el estudio de caso y analizar los resultados referentes a los parámetros que se desean medir del impacto de un video juego en la enseñanza de las ciencias naturales.

Figura 2

Resultados de la prueba LORI del videojuego desarrollado



Aprendizaje

Para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en las medias del pre-test en el conocimiento previo del grupo control, respecto al experimental, se realizó la prueba *t* de student¹. De éste se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 1.

Tabla 1

Resultados de la prueba t de student del pre-test

Grupo	Experimental	Control
N	29	27
M	1.40	1.38
DE	0.56	0.75
t(p)	0.09 (p=.93)	

Según los resultados de la Tabla 1 se determina que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los conocimientos previos de ambos grupos ($t(54) = 0.09, p = .93$). Se puede observar que la media del grupo experimental no supera por un valor significativo a la del grupo control.

¹ Para realizar la prueba de t de student en el pre-test se empleó la prueba de Fisher, con esto se logró aceptar la hipótesis nula de varianzas iguales en las variables ($p < .05$).

Para determinar los niveles de aprendizaje, después de dictar las clases con las diferentes metodologías, se realizó la prueba de t de student². En la Tabla 2 se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos ($t(54) = 4.9, p < .05$), favoreciendo al grupo experimental con una media de 3,85 sobre el grupo control con 2,44. Demostrando que los estudiantes que obtienen el aprendizaje con apoyo del videojuego obtienen mayores resultados inmediatos en el aprendizaje.

Tabla 2

Resultados de la prueba t de student del post-test

Grupo	Experimental	Control
N	29	27
M	3.85	2.44
DE	1.29	0.81
$t(p)$	4.90($p > .05$)	

También, se midió el tamaño del efecto de Cohen's d , para determinar el impacto que tuvo el video en el aprendizaje de los estudiantes. El tamaño del efecto tiene en cuenta la medias del grupo control y el grupo experimental, en el pre-test y el post-test. Con esto se diseñó un experimento de tipo Pre-test-Post-test-Control (PPC); los resultados obtenidos demuestran que el aplicativo utilizado tiene un gran efecto en el aprendizaje (Cohen, 1988), con un valor de Cohen's d de 1.28, el cual se calculó con las Ecuaciones 1 y 2. En la Tabla 3 se pueden apreciar los datos obtenidos para el Cohen's d . Con este valor, se logró determinar que el efecto del videojuego sobre el conocimiento es inmenso, teniendo en cuenta las guías de interpretación propuestas por Cohen (1988).

² Para realizar la prueba de t de student en el post-test se empleó la prueba de Fisher, con esto se rechazó la hipótesis nula de varianzas iguales en las variables ($p > .05$).

$$(1) ES = \frac{(X_{post_exp} - X_{pre_exp}) - (X_{post_ctrl} - X_{pre_ctrl})}{SD_{post}}$$

$$(2) SD_{post} = \sqrt{\frac{(n_{ctrl} - 1)S_{ctrl_post}^2 + (n_{exp} - 1)S_{exp_post}^2}{n_{ctrl} + n_{exp}}}$$

Donde X_{post_exp} y X_{pre_exp} son las medias de los puntajes obtenidos en el post-test y pre-test del grupo experimental, respectivamente. $X_{post_ctrl} - X_{pre_ctrl}$ son las medias de los puntajes obtenidos en el post-test y pre-test del grupo control, respectivamente. Por último, SD_{post} es la desviación estándar combinada del post test, donde n_{ctrl} y n_{exp} son los tamaños de muestra del grupo control y experimental, respectivamente. $S_{ctrl_post}^2$ y $S_{exp_post}^2$ son las varianzas de las pruebas post test del grupo control y experimental respectivamente.

Tabla 3

Resultados del tamaño del efecto sobre el aprendizaje

Test	Valor
Cohen's d	1.28
Efecto	Inmenso
Límite Inferior	0.99
Limite Superior	1.56

Retención del conocimiento

Con el fin de identificar si el videojuego tiene impactos en la retención del conocimiento se realizaron dos pruebas. Inicialmente, la prueba de t de student³ para identificar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias el grupo control (M = 2.35) y el grupo

³ Para realizar la prueba de t de student en el pre-test se empleó la prueba de Fisher, con esto se logró aceptar la hipótesis nula de varianzas iguales en las variables ($p < .05$).

experimental ($M = 3.50$). Seguido a esto se realizó una prueba para determinar el tamaño de efecto de Cohens' d para la retención del conocimiento.

Como se ve en la Tabla 4, se determinó que hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la retención ($t(54) = 5.93, p < .05$).

Tabla 4

Resultados de la prueba t de student del test de seguimiento

Grupo	Experimental	Control
N	29	27
M	3.50	2.35
DE	0.60	0.84
$t(p)$	5.93($p > .05$)	

En cuanto al tamaño de efecto del videojuego en la retención del conocimiento, se encontró que tiene un gran efecto a favor del grupo experimental con un valor de Cohens' d de 1.56, como se indica en la Tabla 5.

Tabla 5

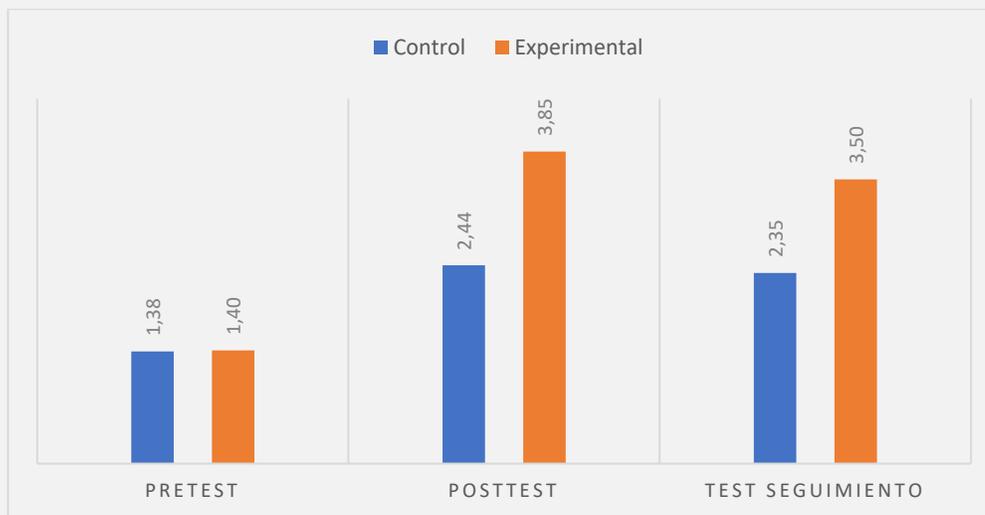
Resultados del tamaño del efecto sobre la retención del conocimiento

Test	Valor
Cohen's d	1.56
Efecto	Inmenso
Límite Inferior	1.37
Limite Superior	1.75

Finalmente, a modo de resumen y con el fin de poner en comparación los resultados en el aprendizaje, utilizando dos metodologías diferentes, se presenta la Figura 3. En esta se observa como el grupo control obtiene resultados promedio de 2.44 y 2.35, mientras el grupo experimental obtiene resultados mucho mayores de 3.85 y 3.50, en diferentes momentos de aprendizaje analizados.

Figura 3

Diferencia de medias entre pre-test, post-test, y test de seguimiento



Motivación de los estudiantes en el aprendizaje

En cuanto a la motivación se exploraron cuatro dimensiones: atención, relevancia, confianza y satisfacción (Keller, 2010), obteniendo los resultados que se muestran en la **Tabla 6**. Estos indican mejores mayores puntajes en los cuatro componentes, para el grupo experimental. Se pueden observar diferencias significativas en la confianza y la satisfacción de los usuarios. Con esto se puede deducir que el uso del videojuego impactó positivamente en la motivación de los estudiantes que lo utilizaron ($t(54) = 8.49, p < .05$).

Tabla 6

Resultados de la encuesta IMMS de motivación

Componente	Grupo	N	M	DE	T (54)
Atención	Experimental	29	4.40	0.51	2.53 (p < .05)
	Control	27	3.98	0.55	
Importancia	Experimental	29	4.61	0.43	5.87 (p < .05)
	Control	27	3.33	0.97	
Confianza	Experimental	29	4.33	0.49	6.11 (p < .05)
	Control	27	2.98	0.95	

Satisfacción	Experimental	29	4.63	0.42	10.56 (p<.05)
	Control	27	2.24	1.03	

Gracias a los resultados estadísticos obtenidos, tanto en el aprendizaje como en la motivación, se puede deducir que el uso de videojuegos aporta significativamente en la experiencia de aprendizaje/enseñanza de las propiedades cuantitativas de la materia de estudiantes del grado noveno.

Discusión

Los resultados presentados demostraron que no hay diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el experimental en sus conocimientos previos del tema a trabajar. Esto permitió llevar a cabo el estudio de caso para comparar las diferencias en aprendizaje, retención, y motivación al usar un videojuego o dar clase con una metodología tradicional.

Posterior a dictar las clases con metodologías diferentes se encontró que a pesar de que ambos grupos mejoraron en el post-test, los que trabajaron con el videojuego obtuvieron resultados significativamente superiores. Esto se comprobó con la *t* de student y con la medición del tamaño de efecto de Cohen's que mostró un efecto inmenso en las ganancias de aprendizaje. Así se logró comprobar la pertinencia de utilizar el videojuego como apoyo en la enseñanza de las ciencias naturales para aumentar el aprendizaje de los estudiantes. Estos resultados refuerzan lo planteado por Mayer (2002).

Adicional, se verificó la retención de los conocimientos. Los resultados confirman que los estudiantes que acceden al conocimiento por medio de videojuego logran conservar los conocimientos por mayor tiempo, demostrando la interiorización de los conocimientos en mayor medida. Esto confirma las conclusiones de estudios similares que señalan que la enseñanza y el aprendizaje presentan desafíos importantes en términos de calidad y eficiencia, que requieren del uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones -TIC- en la educación, con el fin de aumentar la motivación y así el aprendizaje significativo (Pierson et al., 2019).

Finalmente, se comparó la motivación de los estudiantes al estudiar con el videojuego (grupo experimental) y al estudiar mediante una clase magistral tradicional (grupo control). Los

resultados de esta comparación indican que el videojuego tuvo un impacto muy grande en la motivación de los estudiantes. Estos resultados refuerzan las conclusiones de estudios previos (e.g., Lucas-Oliva 2022) que promueven la relación fisiológica que hay entre la motivación, el aprendizaje y el comportamiento.

El análisis de cada componente de la motivación indica resultados más favorables en el grupo experimental. En cuanto a la atención, se obtuvo mayor puntaje en los estudiantes que utilizaron el videojuego, demostrando mayor interés por realizar las actividades planteadas a cada grupo. Por su parte, en la confianza, se encuentra que el uso del juego creado con base a las CTML permite a los estudiantes sentirse seguros de lograr los objetivos planteados. Para terminar, se encuentran resultados contundentes en el factor satisfacción, donde se encuentra la brecha más grande entre ambos grupos. Esto demuestra que los estudiantes prefieren aprender con metodologías GBL como lo argumenta Prensky (2003), pues disfrutaban más del momento de aprendizaje.

Luego de ser expuestos los resultados de los parámetros analizados, se puede deducir que el uso de videojuegos en la enseñanza de las propiedades cuantitativas de la materia es pertinente en la actualidad, pues es una de las formas de lograr la motivación en los estudiantes. Por esto es indispensable continuar realizando investigaciones de este corte, con el fin de estar al día en los intereses de los jóvenes, ya que son ellos la razón de ser de la enseñanza.

Conclusiones

En este proceso investigativo se desarrolló un videojuego y se midió su impacto en el aprendizaje, la retención y la motivación para aprender. Este videojuego se construyó teniendo como base teórica el GBL y la CTML, y fue evaluado con la herramienta LORI, obteniendo una calificación buena; esto demuestra que es pertinente para el fin que fue creado.

Para lograr el objetivo planteado se compararon dos metodologías de enseñanza, una tradicional (tablero y libro) y una clase con apoyo de un videojuego. En esta comparación se encontró que por medio de ambas metodologías se logra aumentar el aprendizaje. Sin embargo, el grupo que tuvo acceso al videojuego obtuvo resultados mucho mayores. Esto confirma que con ambas metodologías se pueden obtener resultados positivos; no obstante, es necesario entender

que las generaciones van cambiando y la enseñanza debe de ir a la par para buscar mejores resultados en la obtención de sus objetivos.

En cuanto a la retención del conocimiento se encuentra que en ambos grupos disminuye el conocimiento retenido, como es esperado. No obstante, el puntaje promedio del grupo experimental permaneció más alto que el puntaje del grupo de control, y fue incluso más alto que el obtenido en la prueba previa. Esto demuestra que el uso de videojuegos no solo ayuda a que los estudiantes interioricen por más tiempo el conocimiento, sino que, a largo plazo, lo más probable es que logren mayores conocimientos que los alumnos que obtuvieron el conocimiento de una forma menos motivante para ellos.

Sobre la motivación se encontró que, en cuanto a los cuatro parámetros postulados por Keller para medirla, el grupo experimental se sintió más motivado. Se puede afirmar que en las dimensiones de confianza y satisfacción los videojuegos aportan grandes elementos para los adolescentes de la actualidad. Estos factores, a su vez, son fundamentales para lograr interiorizar conocimiento. Esto se puede ligar a los resultados de aprendizaje, mostrando la pertinencia del uso de los videojuegos en la enseñanza de las ciencias naturales.

Se concluye, entonces, a partir de los resultados experimentales y la retroalimentación de estudiantes, que el uso de este recurso es apropiado. Por tanto, debería incluirse como una herramienta pedagógica complementaria para la enseñanza de las propiedades cuantitativas de la materia, y podría expandirse a otros temas específicos de las ciencias naturales.

Referencias

- Amador-Baquiro, J. C. (2021, septiembre-diciembre). Contenidos digitales para niños de primera infancia: El caso del portal Maguaré. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (64), 119-150. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n64a6>
- Chen, C.-H. (2020). Impacts of augmented reality and a digital game on students' science learning with reflection prompts in multimedia learning [Impactos de la realidad aumentada y un juego digital en el aprendizaje de ciencias de los estudiantes con estímulos de reflexión en el aprendizaje multimedia]. *Educational Technology Research and Development*, 68(6), 3057-3076. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09834-w>

- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* [Análisis de poder estadístico para las ciencias del comportamiento] (2 ed.). Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- DeBoer, G. (2019). *A History of Ideas in Science Education* [A History of Ideas in Science Education]. Teachers College Press.
- Figueroa Céspedes, I., Pezoa Carrasco, E., Elías Godoy, M., & Díaz Arce, T. (2020, diciembre). Habilidades de Pensamiento Científico: Una propuesta de abordaje interdisciplinar de base sociocrítica para la formación inicial docente. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 19(41), 257-273. <https://doi.org/10.21703/rexe.20201941figueroa14>
- Ho, L., & Devi, I. P. (2020). Students' understanding of interest in learning science [Comprensión de los estudiantes sobre el interés por aprender ciencias]. *Integrated Science Education Journal*, 1(2), 60-64. <https://doi.org/10.37251/isej.v1i2.72>
- Iovino, M., Styrud, J., Falco, P., & Smith, C. (2021). Learning Behavior Trees with Genetic Programming in Unpredictable Environments Aprendizaje de árboles de comportamiento con programación genética en entornos impredecibles]. *2021 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, 4591-4597. <https://doi.org/10.1109/ICRA48506.2021.9562088>
- Jarić, I., Correia, R. A., Brook, B. W., Buettel, J. C., Courchamp, F., Di Minin, E., Firth, J. A., Gaston, K. J., Jepson, P., Kalinkat, G., Ladle, R., Soriano-Redondo, A., Souza, A. T., & Roll, U. (2020). iEcology: Harnessing Large Online Resources to Generate Ecological Insights [Ecología: aprovechar grandes recursos en línea para generar conocimientos ecológicos]. *Trends in Ecology & Evolution*, 35(7), 630-639. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2020.03.003>
- Kapilan, N., Vidhya, P., & Gao, X.-Z. (2021). Virtual Laboratory: A Boon to the Mechanical Engineering Education During Covid-19 Pandemic [Laboratorio virtual: una bendición para la educación en ingeniería mecánica durante la pandemia de Covid-19]. *Higher Education for the Future*, 8(1), 31-46. <https://doi.org/10.1177/2347631120970757>
- Keller, J. M. (2010). The Arcs Model of Motivational Design [El modelo de arcos del diseño motivacional]. En J. M. Keller (Ed.), *Motivational Design for Learning and Performance*:

The ARCS Model Approach (pp. 43-74). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1250-3_3

- Keyser, M. W. (2000). Active learning and cooperative learning: Understanding the difference and using both styles effectively [Aprendizaje activo y aprendizaje cooperativo: comprender la diferencia y utilizar ambos estilos de forma eficaz]. *Research Strategies*, 17(1), 35-44. [https://doi.org/10.1016/S0734-3310\(00\)00022-7](https://doi.org/10.1016/S0734-3310(00)00022-7)
- Kim, L. E., Jörg, V., & Klassen, R. M. (2019). A Meta-Analysis of the Effects of Teacher Personality on Teacher Effectiveness and Burnout [Un metaanálisis de los efectos de la personalidad docente sobre la eficacia docente y el agotamiento]. *Educational Psychology Review*, 31(1), 163-195. <https://doi.org/10.1007/s10648-018-9458-2>
- Lucas-Oliva, I., Toledo-Vega, G., & Núñez-Román, F. (2022). From Neurodidactics to Language Teaching and Learning: The Emotional Approach [De la neurodidáctica a la enseñanza y el aprendizaje de lenguas: el enfoque emocional]. *Theory and Practice in Language Studies*, 12(8), 1457-1467. <https://doi.org/10.17507/tpis.1208.01>
- Mayer, R. E. (2002). Multimedia learning [Aprendizaje multimedia]. *Psychology of Learning and Motivation*, 41, 85-139. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(02\)80005-6](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(02)80005-6)
- Mohd, E. H., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K., & Mohamad Arsad, N. (2019). Students' interest towards STEM: a longitudinal study [El interés de los estudiantes hacia STEM: un estudio longitudinal]. *Research in Science & Technological Education*, 37(1), 71-89. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02635143.2018.1489789>
- Olivo-Franco, J. L. (2022). De visiones erróneas de la Ciencia a opciones epistemológicas-didácticas que intentan resignificarla. *Cuestiones Pedagógicas. Revista de Ciencias de la Educación*, 1(31), 141-160. <https://doi.org/10.12795/CP.2022.i31.v1.08>
- Orellana-Sepúlveda, C., Quintanilla-Gatica, M., & Páez-Cornejo, R. (2018, octubre-diciembre). Concepciones sobre enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales de educadoras de párvulos en formación en Chile y sus relaciones con modelos de racionalidad científica. *Ciência & Educação (Bauru)*, 24(4), 1029-1041. <https://doi.org/10.1590/1516-731320180040014>

- Ortiz Ortiz, M. L., & Hernández Yomayuza, O. M. (2023, mayo-agosto). Aprendizaje basado en problemas mediado por una aplicación educativa móvil. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (69), 43-69. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n69a3>
- Owens, D. C., Sadler, T. D., Barlow, A. T., & Smith-Walters, C. (2020). Student motivation from and resistance to active learning rooted in essential science practices [Motivación y resistencia de los estudiantes al aprendizaje activo arraigado en prácticas científicas esenciales]. *Research in Science Education*, 50, 253-277. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2017RScEd..50..253O/abstract>
- Parong, J., & Mayer, R. E. (2021). Cognitive and affective processes for learning science in immersive virtual reality [Procesos cognitivos y afectivos para el aprendizaje de ciencias en realidad virtual inmersiva]. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(1), 226-241. <https://doi.org/10.1111/jcal.12482>
- Peterson, C. (2003). Bringing ADDIE to Life: Instructional Design at Its Best [Dando vida a ADDIE: Diseño instruccional en su máxima expresión]. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 12(3), 227-241. <https://www.learntechlib.org/primary/p/2074/>
- Pierson, A. E., Clark, D. B., & Kelly, G. J. (2019). Learning Progressions and Science Practices: Tensions in Prioritizing Content, Epistemic Practices, and Social Dimensions of Learning [Progresiones del aprendizaje y prácticas científicas: tensiones al priorizar contenidos, prácticas epistémicas y dimensiones sociales del aprendizaje]. *Science & Education*, 28(8), 833-841. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00070-0>
- Porlán Ariza, R. (2018). Didáctica de las ciencias con conciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(3), 5-22. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2795>
- Prensky, M. (2003). Digital game-based learning [Aprendizaje basado en juegos digitales]. *Computers in Entertainment*, 1(1), 21-21. <https://doi.org/10.1145/950566.950596>
- Rogers, J., & Révész, A. (2019). Experimental and quasi-experimental designs [Diseños experimentales y cuasiexperimentales]. En J. McKinley & H. Rose (Eds.), *The Routledge Handbook of Research Methods in Applied Linguistics*. Routledge.
- Rüth, M., Birke, A., & Kaspar, K. (2022). Teaching with digital games: How intentions to adopt digital game-based learning are related to personal characteristics of pre-service teachers

- [Enseñar con juegos digitales: cómo las intenciones de adoptar el aprendizaje basado en juegos digitales se relacionan con las características personales de los futuros docentes]. *British Journal of Educational Technology*, 53(5), 1412-1429. <https://doi.org/10.1111/bjet.13201>
- So, W. W. M., Chen, Y., & Wan, Z. H. (2019). Multimedia e-Learning and Self-Regulated Science Learning: A Study of Primary School Learners' Experiences and Perceptions [Aprendizaje electrónico multimedia y aprendizaje científico autorregulado: un estudio de las experiencias y percepciones de los estudiantes de primaria]. *Journal of Science Education and Technology*, 28(5), 508-522. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09782-y>
- Tigse Parreño, C. M. (2019). El Constructivismo, según bases teóricas de César Coll. *Revista Andina de Educación*, 2(1), 25-28. <https://doi.org/10.32719/26312816.2019.2.1.4>
- Vargo, J., Nesbit, J. C., Belfer, K., & Archambault, A. (2003). Learning Object Evaluation: Computer-Mediated Collaboration And Inter-Rater Reliability [Evaluación de objetos de aprendizaje: colaboración mediada por computadora y confiabilidad entre evaluadores]. *International Journal of Computers and Applications*, 25(3), 198-205. <https://doi.org/10.1080/1206212X.2003.11441703>
- Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes* [La mente en la sociedad: desarrollo de procesos psicológicos superiores] (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Eds.). Harvard University Press.
- Yacoubian, H. A. (2018). Scientific literacy for democratic decision-making [Alfabetización científica para la toma de decisiones democrática]. *International Journal of Science Education*, 40(3), 308-327. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1420266>