

Videojuego para la enseñanza del cuidado del agua

Videogame for Water Conservation Teaching

Julián Moreno-Cadavid  ¹, Sindy V. Vahos-Mesa ²,
Cristián D. Mazo-Muñoz ³

Recibido: 09 de octubre de 2018

Aceptado: 27 de marzo de 2019

Cómo citar / How to cite

J. Moreno-Cadavid, S. V. Vahos-Mesa y C. D. Mazo-Muñoz “Videojuego para la enseñanza del cuidado del agua”. *TecnoLógicas*, vol. 22, no. 45, pp. 59-72, 2019. <https://doi.org/10.22430/22565337.1091>

TecnoLógicas



- ¹ PhD en ingeniería, Departamento de Ciencias de la computación y la decisión, Universidad Nacional de Colombia, Medellín-Colombia, jmoreno1@unal.edu.co
- ² Magíster en enseñanza de las ciencias exactas y naturales, Institución Educativa Gilberto Echeverri Mejía, Medellín-Colombia, sindyvahos@gmail.com
- ³ Ingeniero de sistemas e informática, Universidad Nacional de Colombia, Medellín-Colombia, cdmazom@unal.edu.co

Resumen

La enseñanza del uso sostenible del agua es un elemento clave para el cuidado del medio ambiente. Esto es cierto en todos los niveles de formación, pero cobra vital importancia en la educación básica, puesto que permite en los estudiantes la creación de hábitos adecuados y conciencia ambiental desde una edad temprana. Considerando esta situación, los docentes de ciencias naturales deben centrar sus esfuerzos en emplear estrategias para la enseñanza de esta temática, siendo una con gran potencial el uso de videojuegos, gracias entonces al interés que esta tecnología suele despertar en esa población. El objeto de este trabajo es la descripción de un videojuego para la enseñanza del cuidado del agua, el cual se diseñó en formato de sandbox 3D y con una estética similar a la del popular Minecraft. Se presenta su validación en un entorno educativo real en el que participaron 65 estudiantes de cuarto grado, de una institución educativa en el municipio de Bello, Colombia. Los resultados obtenidos permitieron determinar de forma cualitativa, pero también cuantitativa y con significancia estadística, que dicha estrategia propició una mayor apropiación en sí de los estudiantes, al tiempo que generó actitudes positivas hacia la estrategia y hacia la temática abordada.

Palabras clave

Educación ambiental, Cuidado del agua, Aprendizaje significativo, Aprendizaje basado en juegos digitales.

Abstract

Teaching water sustainability is a key element for environmental protection. Although that is true at all educational levels, it is vitally important during primary education because it enables students to develop adequate habits and environmental awareness from an early age. As a consequence, natural science teachers should focus their efforts on strategies to teach said topic, and videogames offer great potential thanks to the interest they usually generate in students. The objective of this work, therefore, is to describe a videogame created to teach water conservation designed in a 3D sandbox format with similar aesthetics to that of the popular Minecraft. The strategy is validated in an actual educational environment with the participation of 65 fourth-graders from an education institution in the municipality of Bello, Colombia. The results enabled the authors to qualitatively and quantitatively (with statistical significance) determine that such strategy promoted more student participation and, at the same time, produced positive attitudes toward the strategy itself and the topic.

Keywords

Environmental education, Water conservation, Meaningful learning, Digital game-based learning.

1. INTRODUCCIÓN

Desde los albores mismos de la humanidad, el ser humano ha transformado los ambientes que habita con el fin de buscar una adaptación favorable que le permita la subsistencia. La realidad actual de esta relación sociedad medio ambiente es que la explotación desmedida de los recursos naturales, sumada a los altos niveles de contaminación y a la presión ejercida por la sobrepoblación, han desatado una serie de problemas que ponen en grave riesgo las condiciones de vida del planeta. Considerando esta problemática, surgió desde los años 70 la educación ambiental como una respuesta a estos y otros fenómenos. Precisamente, y según [1], esta debe entenderse como “un proceso de aprendizaje que facilita la comprensión de las realidades del medioambiente por medio de la transformación socio histórica que ha conducido a su actual deterioro”. En este sentido, la educación ambiental constituye una parte importante en la enseñanza de la realidad global y las problemáticas medioambientales [2-7].

En el caso particular de Colombia, y en aras de propiciar espacios para el desarrollo de actividades que conduzcan a la participación activa de la sociedad en pro de adquirir hábitos adecuados para el medio ambiente, se establecieron una serie de lineamientos y normativas para introducir la educación ambiental en las instituciones educativas del país. Entre ellos, se encuentran las siguientes:

- Ley 115 de 1994: Enseñanza de la protección del medio ambiente, la ecología y la preservación del medio ambiente y los recursos naturales.

- Decreto 1743 de 1994: Por el cual se instituye el Proyecto de Educación Ambiental para todos los niveles de educación formal, se fijan criterios para la promoción de la educación ambiental no formal e informal y se establecen los mecanismos de coordinación entre el

Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio del Medio Ambiente.

- Estándares básicos en competencias en ciencias naturales [8]: El cual busca que los estudiantes desarrollen las habilidades científicas y las actitudes requeridas para explorar fenómenos y resolver problemas relacionados con el medio ambiente.

- Ley 1549 de 2012: Por medio de la cual se fortalece la institucionalización de la política nacional de educación ambiental y su incorporación efectiva en el desarrollo territorial.

Pese a toda esta “institucionalización” de la educación ambiental, existen numerosos desafíos para llevarla de manera efectiva a las aulas de clase, particularmente en la educación básica. En [9] se hace un recuento de cuatro de ellos: primero, debe ser un proceso permanente y orientado hacia el futuro; segundo, es necesario incentivar en los estudiantes la participación de actividades comunitarias por medio de un enfoque investigativo y de experimentación; tercero, se debe generar interdisciplinariedad entre las diferentes áreas del saber como estrategia pedagógica de enfoque holístico que permita percibir los diversos aspectos ecológicos, sociales, culturales y económicos del medio ambiente; y cuarto, es preciso vincular la tecnología que hay a la mano para dinamizar la metodología de enseñanza, creando un impacto atractivo e interesante en los niños y jóvenes.

Respecto a este último punto, no se debe desconocer que las generaciones actuales de niños y jóvenes constituyen lo que se conoce como “nativos digitales”, para quienes la mayor parte de sus vidas se ha visto influenciada por los avances tecnológicos del siglo XXI. Por ello, se hace necesario que las prácticas pedagógicas reorienten su curso hacia una educación contextualizada donde tengan más posibilidades de aprender desde los diferentes medios tecnológicos [10]. De allí, que cada vez sea más común el uso de las

Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones (TIC) en la educación ambiental [11-13], considerando que estas pueden llevar a generar una dinámica importante en los estudiantes al abrir nuevas posibilidades sobre la base del aprendizaje autónomo. Más aún, tal como lo menciona Badillo [14], estas permiten que los estudiantes posean experiencias y escenarios que le faciliten su propia construcción del conocimiento, al tiempo que pueden usarlas como medio de búsqueda, comunicación, participación y expresión.

Sin embargo, al revisar diversos de los trabajos que al respecto se encuentran en la literatura, es posible notar que en esa implementación de las TIC que se hace, en la mayoría de los casos, se limita el uso de presentaciones, videos, documentos, páginas web, u otro tipo de contenidos digitales. Existe entonces la necesidad de ir más allá, de aprovechar profundamente las posibilidades que ofrecen y una forma de hacerlo es mediante los videojuegos educativos, cuyo objetivo principal es la consecución de un aprendizaje significativo e integral, marcado por los componentes experiencial y social [15-27].

Considerando lo expuesto anteriormente, lo que se propone en este trabajo es precisamente un entorno de aprendizaje digital y altamente inversivo, a manera de videojuego, en el contexto de la educación ambiental. Lo que se busca, para ir así más allá que otras aproximaciones basadas en TIC, es que lo digital no se entienda solo como los contenidos, sino también como todo un mundo virtual donde los estudiantes puedan experimentar de primera mano las consecuencias de sus acciones sobre el medio ambiente, al tiempo que se promueve la discusión y el aprendizaje colectivo. Esto se hace con un objetivo de investigación en mente: constatar si las componentes lúdicas propias de los juegos potencian la motivación de los estudiantes,

y si dicha motivación produce a su vez una mejora en el proceso de aprendizaje.

Con dicho objetivo en mente, el resto de este artículo está organizado de la siguiente manera: en la sección 2 se presenta la metodología, tanto del diseño del videojuego como de su validación, en la sección 3, se describen los resultados de dicha validación, para lo cual se llevó a cabo un experimento con 65 estudiantes de cuarto grado. Finalmente, se presentan, en la sección 4, las conclusiones correspondientes, así como el trabajo futuro.

2. METODOLOGÍA

El primer paso para el desarrollo del videojuego fue la selección de una temática sobre la cual centrarse. Dicha temática fue la preservación de los recursos naturales, particularmente del agua, la cual hace parte de las políticas nacionales, tanto educativas como de medio ambiente en Colombia

Para su elección se consideró que, quizá debido a la percepción sobre la riqueza hídrica de Colombia, o precisamente a la falta de una adecuada educación ambiental desde etapas tempranas del ciclo de formación, el desperdicio de agua suele ser un problema común en muchas instituciones educativas del país. Otro factor que influyó en su selección fue que, al hablar con los docentes de la institución donde se llevó a cabo la validación que se describe en la sección 2.1, estos informaron que se evidenciaba la falta de iniciativa por parte de los estudiantes en cuanto al ahorro del agua, citando como ejemplo que muchos solían dejar las llaves de baños, lava pies y fregaderos, abiertas.

Una vez se definió la temática general, se procedió a especificar los módulos o temáticas específicas a abordar, quedando las siguientes cinco:

- Ciclo hidrológico
- Usos del agua: doméstico, industrial, de servicio, agrícola, pecuario
- Huella hídrica
- Cuidado de las fuentes de agua
- Agentes contaminantes

2.1 Diseño del videojuego

Una vez definidos dichos módulos, se definió la modalidad de juego, siendo un tipo sandbox [28] la elegida. Dicha modalidad, empleada en juegos mundialmente famosos como Minecraft [29], quiere decir, por una parte, que el juego consiste en una serie de desafíos que pueden ser completados de forma independiente; y por otra, que los jugadores pueden explorar libremente el ambiente en que están inmersos sin necesariamente una linealidad establecida y con la posibilidad de visualizar el resto de jugadores en tiempo real. Una imagen del juego donde puede apreciarse el ambiente y los jugadores, se presenta en la Fig. 1.

En esta propuesta, un desafío corresponde a terminar un módulo, donde en cada uno hay que llevar a cabo una serie de actividades de manera conjunta, unas de instrucción y otras de evaluación.

En las primeras, los estudiantes reciben información mediante diversos formatos; mientras que, en las segundas, estos miden los conocimientos obtenidos a través de preguntas. Dentro de la mecánica del juego, las primeras corresponden a una actividad de “recolección” en el que el estudiante debe interactuar con un NPC (Non-Player Character) para acceder a uno de cuatro tipos de objetos:

- Un libro, que corresponde a un formato de texto enriquecido (PDF)
- Un comic, que corresponde a un formato de imagen (JPG, PNG, TIFF, etc.)
- Una película, que corresponde a un formato de video
- Un sonido, que corresponde a un formato de audio (MP3)

Entre tanto, las segundas también se hacen por medio de la interacción con NPCs, solo que en este caso se usa para la resolución de preguntas mediante acertijos de tipo selección múltiple. Un ejemplo de ambos tipos de actividades se muestra en la Fig. 2. Considerando esta metáfora entre actividades educativas y elementos del juego, el contenido se puede organizar en



Fig. 1. Interfaz general del juego. Fuente: autores.

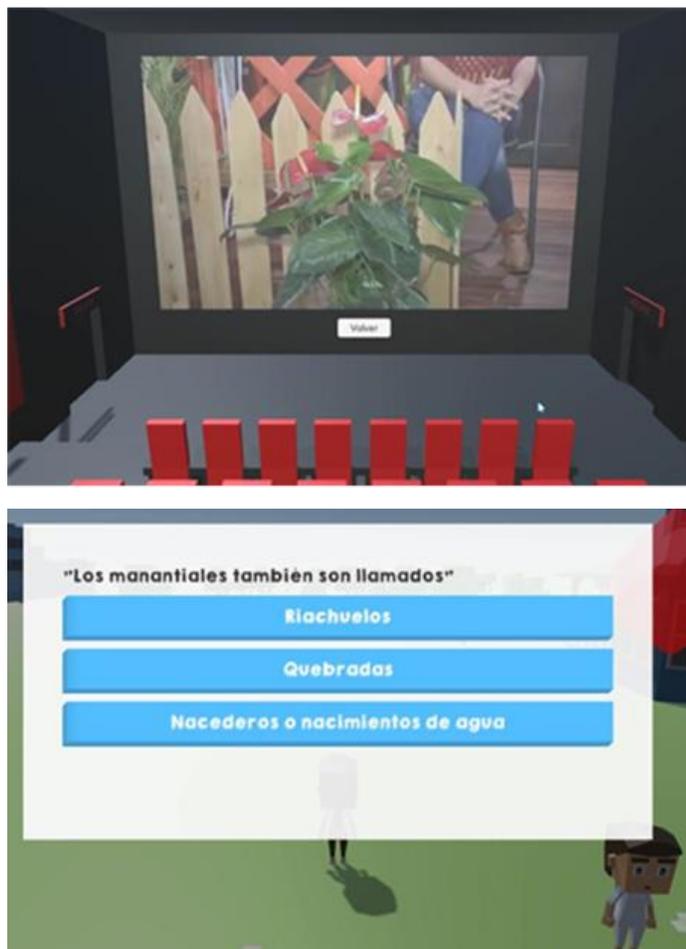


Fig. 2. Interfaz de presentación de contenidos mediante video (superior) y de evaluación (inferior). Fuente: autores.



Fig. 3. Interfaz de construcción colectiva. Fuente: autores.

forma de grafo, donde cada nodo representa una de las actividades ya mencionadas, y las conexiones entre nodos representan los prerequisites entre ellas, si existe alguno. Así, a cada jugador se le asigna progresivamente una secuencia aleatoria que respeta los prerequisites propios del contenido, al mismo tiempo que se distribuyen espacialmente los recorridos de los jugadores.

Un tercer elemento del juego, igualmente importante, es el mejoramiento colectivo del ambiente virtual donde están inmersos los jugadores. Tratándose de un curso del cuidado del agua, parte de la narrativa del juego consiste en que en dicho mundo hay una fuente de agua, un río, el cual se encuentra inicialmente contaminado. A medida que los estudiantes realizan actividades de evaluación, estos

reciben una determinada cantidad de “unidades de construcción”, las cuales pueden utilizar para ayudar a edificar una planta de tratamiento de aguas para descontaminarlo (ver Fig. 3).

De esta manera, a medida que el juego avanza, cada progreso individual contribuye a un bien común, el cual es visualizado en tiempo real. La idea es que el estudiante no solo tenga como objetivo individual ganar el juego, sino con sus acciones ayudar a la recuperación de ese ambiente.

En la Fig. 4 se presenta, a manera de diagrama, una representación de la estructura general del juego que sirve, a su vez, para precisar la metáfora entre los contenidos educativos y los elementos del mismo.

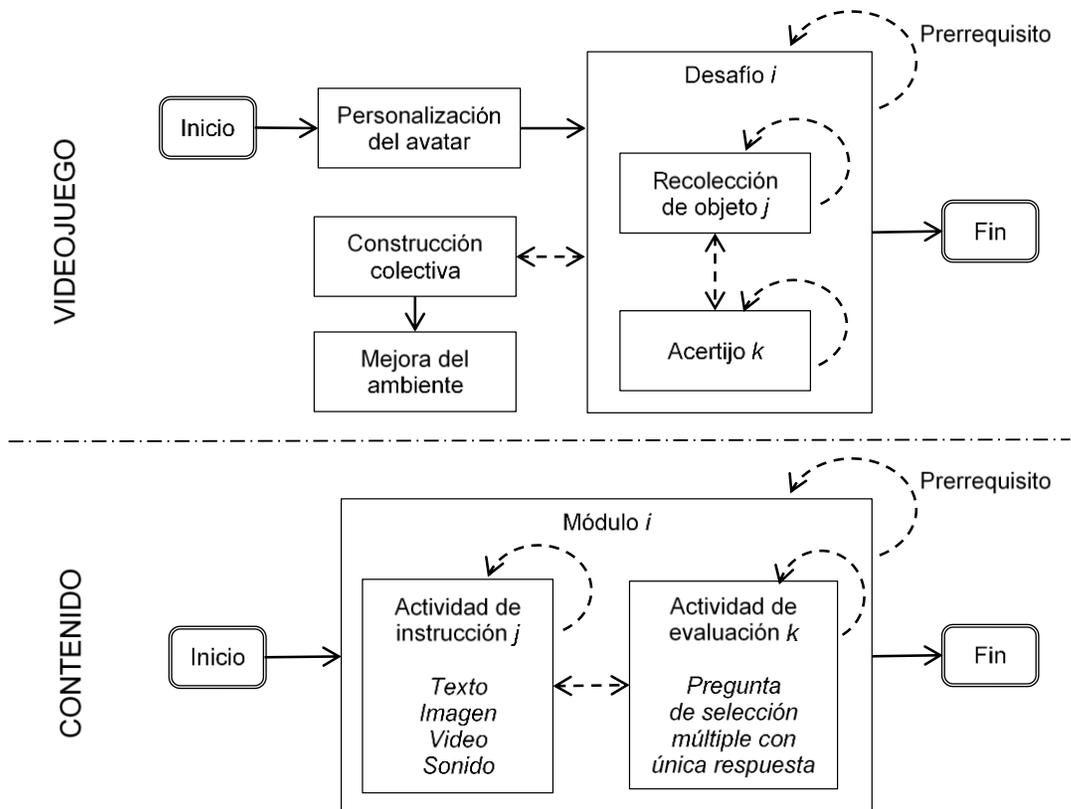


Fig. 4. Estructura general del videojuego y metáfora entre sus elementos y los contenidos educativos. Fuente: autores.

2.2 Validación

Para constatar la eficacia del juego propuesto se realizó una investigación de corte cuantitativa cualitativa, con un diseño metodológico cuasi experimental. “Experimental”, porque lo que se busca es establecer efectos causales de la variable independiente, en este caso el uso o no del juego, controlando las fuentes de validez interna; y “cuasi”, porque los grupos intervenidos no son seleccionados completamente al azar, sino que provienen de un agrupamiento predefinido externamente. Más específicamente, se realizó una intervención de tipo pre-test/post-test, con grupos de control y experimental. Las condiciones de ambos grupos fueron idénticas en cuanto se componen de estudiantes de una misma institución educativa, que comparten el mismo docente y reciben las mismas clases con la misma intensidad horaria.

La población intervenida fueron niños, con una edad promedio entre 9 y 10 años, de cuarto grado académico en la Institución Educativa Gilberto Echeverri Mejía situada en el barrio El Mirador, que hace parte de la comuna 7, llamada Altos de Niquía del municipio de Bello en el departamento de Antioquia, Colombia. Todos ellos pertenecientes a los niveles socioeconómicos 1 y 2, considerando una escala de 1 a 6, siendo 6 el mayor. Un aspecto importante a considerar es que la mayoría de ellos no cuentan con un computador en el hogar, por ende, la mayor parte de las tareas que requieren de este suelen hacerlas donde un familiar, vecino, biblioteca comunitaria o café internet. A pesar de esta situación, en general saben manejar muy bien diferentes tecnologías, no solo computador sino también tabletas, teléfonos inteligentes, consolas de videojuegos, entre otras.

Dentro de esta población, se eligió como grupo de control al grado 4B con 33 estudiantes, 19 de género femenino y 14 masculino; mientras que, como grupo

experimental, al grado 4C, que cuenta con 32 estudiantes, 15 de género femenino y 17 masculino.

El experimento realizado se llevó a cabo durante el ciclo escolar regular de la institución en el marco de la asignatura “Ciencias naturales y educación ambiental”, y consistió de tres momentos como se describe a continuación.

Pre-test: a manera de evaluación diagnóstica, se diseñó un cuestionario de 10 preguntas cuyo tema central fue el uso sostenible del recurso agua. Posteriormente, se aplicó de manera individual a todos los estudiantes de ambos grupos durante una sesión de una hora. El objetivo del mismo no fue solo determinar los conocimientos previos de los estudiantes sobre el tema en cuestión, sino también establecer un punto de partida para la comparación entre los dos grupos.

Intervención: al día posterior de aplicar el pre-test de conocimientos, ambos grupos comenzaron sus prácticas de aula alrededor del tema abordado, durante un periodo de dos semanas. Dos sesiones de hora y media durante la primera semana, y otras dos de la misma forma durante la segunda. El grupo de control lo llevó a cabo de manera tradicional, es decir, mediante clases magistrales con recursos audiovisuales de apoyo, mientras que el grupo experimental lo llevo a cabo dentro de una sala de computadores y enteramente mediante el juego.

Post-test: al día siguiente de haber terminado el periodo de intervención, a ambos grupos se les realizó una evaluación por medio de un cuestionario, también de 10 preguntas. Este proceso se llevó a cabo en una sesión de una hora y fue similar, más no igual, en cuanto a contenidos y diseño al del pre-test.

Una evidencia de las preguntas usadas en ambos casos se presenta en la Tabla 1. Para efectos de homogenización, tanto de la aplicación como de la evaluación de dichas pruebas, se optó por emplear preguntas de selección múltiple.

Tabla 1. Muestra de preguntas usadas en el pre-test y post-test. Fuente: autores.

Test	#	Formulación
Pre	1	Cómo se llaman los elementos que componen el agua: a. Hidrógeno y oxígeno b. Oxígeno y mercurio c. Hidrógeno y selenio
Post	5	No toda el agua lluvia fluye hacia los ríos, una gran parte es absorbida por el suelo, esto es llamado: a. Infiltración b. Agua dulce c. Reserva de agua

Una vez terminado el post-test, y solo al grupo control, se le realizó una encuesta de satisfacción con cuatro preguntas para ser contestadas durante una sesión de 30 minutos. La primera pregunta era cerrada y con una escala tipo Likert de 1 a 3, en donde 1 representaba la respuesta “buena”, 2 “regular”, y 3 “mala”. Las tres preguntas restantes fueron abiertas, con la finalidad de conocer el nivel de interés por el juego, el impacto en la experiencia y el agrado por la metodología usada durante la intervención. A diferencia del cuestionario de conocimientos, dicha encuesta se realizó de manera anónima. Las preguntas utilizadas se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Encuesta de satisfacción. Fuente: autores.

Pregunta	Formulación
1	¿Cómo fue la experiencia que tuviste con el juego?
2	¿Qué fue lo que más te agradó?
3	Para futuras ocasiones, ¿qué le mejorarías?
4	Cuando llegabas a casa, ¿comentabas con tu familia tu experiencia con el juego? En caso afirmativo, ¿Qué les expresabas?

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis cuantitativo descriptivo

Un resumen de los resultados obtenidos en el pre-test de conocimientos se presenta en la Tabla 3, discriminados tanto por grupo como por género.

Tabla 3. Estadísticas de los resultados del pre-test para los grupos de control (C) y experimental (E). Fuente: autores.

Grupo	Género	Promedio	Desv. Est.
C	Femenino	4,00	1,89
	Masculino	3,29	1,38
	Total	3,70	1,70
E	Femenino	3,80	1,61
	Masculino	4,06	1,34
Total		3,94	1,46

Los respectivos diagramas de frecuencia se muestran de forma agregada en la Fig. 5. Nótese que las medidas de tendencia central son similares entre los dos grupos, con una diferencia de 0,24 puntos que corresponde al 6,5 % a favor del grupo experimental, y que los resultados del grupo de control son ligeramente más dispersos.

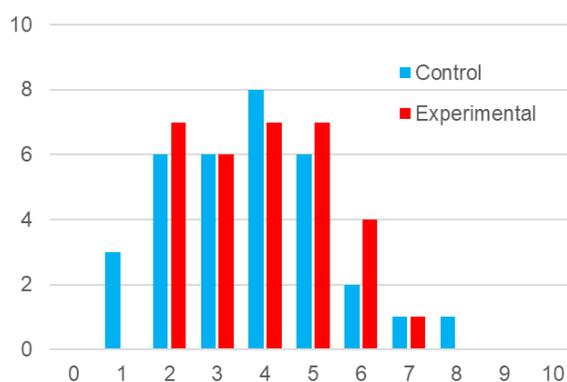


Fig. 5. Diagramas de frecuencia del pre-test. Fuente: autores.

Respecto al post-test de conocimientos, un resumen de los mismos se presenta en la Tabla 4, nuevamente discriminados tanto por grupo como por género.

Tabla 4. Estadísticas de los resultados del post-test para los grupos de control (C) y experimental (E). Fuente: autores.

Grupo	Género	Promedio	Desv. Est.
C	Femenino	6,16	1,57
	Masculino	5,79	1,25
	Total	6,00	1,44
E	Femenino	7,53	1,64
	Masculino	7,41	1,73
Total		7,47	1,67

Los respectivos diagramas de frecuencia se muestran en la Fig. 6. En esta ocasión las medidas de tendencia central no son similares. Los datos son más dispersos en el caso del grupo experimental y la diferencia de medias sigue estando a favor del grupo experimental, pero esta vez es de 1,47 puntos que corresponden a un 24,5 %.

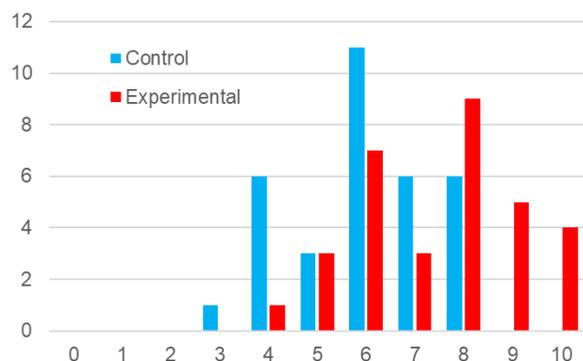


Fig. 6. Diagramas de frecuencia del post-test.
Fuente: autores.

3.2 Análisis cuantitativo inferencial

Adicional al análisis descriptivo presentado previamente, se realizó un análisis inferencial, tanto para el pre-test como para el post-test, según se presenta en la Tabla 5. Esto con el fin de determinar si se presentó o no una diferencia estadísticamente significativa entre el rendimiento promedio de los estudiantes del grupo de control y los del experimental.

En el caso del pre-test, luego de comprobar normalidad por medio de la prueba Shapiro-Wilk y a partir de los datos contenidos en la Tabla 2, el estadístico t obtenido fue de 0,645 con un correspondiente valor P de 0,521. Dado que este valor es superior a 0,05 se acepta la hipótesis nula H_0 , es decir, se puede inferir con un nivel de significancia del 95 % que no existe una diferencia estadística entre las medias de los dos grupos. En otras palabras, es posible afirmar que las “condiciones de partida” para ambos grupos fueron las mismas.

Tabla 5. Diseño del análisis inferencial para los grupos de control (C) y experimental (E).

Fuente: autores.

Variable independiente	Uso o no uso del videojuego educativo como alternativa a la clase magistral tradicional
Variable dependiente	Cantidad de aciertos en los test
Sujetos experimentales	Estudiantes de cuarto grado de la I. E. Gilberto Echeverri Mejía
Muestra	$N_C = 33$ $N_E = 32$
Hipótesis verificar	a $H_0: \mu_C = \mu_E$ $H_1: \mu_C \neq \mu_E$

Ahora, en el caso del post-test, luego de comprobar normalidad por medio de la prueba Shapiro-Wilk y a partir de los datos contenidos en la Tabla 3, el estadístico t obtenido fue de 3,870 con un correspondiente valor $P < 0,001$. Dado que este valor es inferior a 0,05 se rechaza la hipótesis nula a favor de la alterna H_1 , es decir, se puede inferir con un nivel de significancia del 95 % que existe una diferencia estadística entre las medias de los dos grupos, siendo está a favor del experimental.

Lo que este análisis inferencial permite afirmar es que habiendo i) partido de condiciones similares; ii) recibido exactamente el mismo trato que el grupo de control a excepción de la intervención con el juego; y iii) mejorado ambos respecto al pre-test; el grupo experimental alcanzó un mayor desempeño en el post-test, lo cual sugiere una mayor apropiación de los conocimientos involucrados.

3.3 Análisis cualitativo

Sobre la primera pregunta de la encuesta de satisfacción, 25 estudiantes, es decir el 78,12 %, respondieron que la experiencia tenida con el juego había sido buena, 6 que regular y 1 que mala. Pese a tratarse de una pregunta cerrada, los estudiantes correspondientes al 21,88 % restante manifestaron que su opinión se

debía a fallas técnicas que experimentaron durante juego, en especial sobre retardos debidos al insuficiente ancho de banda existente en la institución educativa. Sobre el juego como tal o los contenidos abordados, no expresaron ninguna crítica.

Respecto a las tres preguntas abiertas, la mayoría de las respuestas fueron positivas y dieron cuenta del aspecto motivacional que se presupone como causante del mejor rendimiento comparado con el grupo de control.

En el caso de la segunda pregunta, los estudiantes indicaron, por ejemplo, que les gustó haber aprendido sobre cómo aprovechar el agua, cómo mejorar el ahorro, y entender el papel que desempeña para el medio ambiente. También expresaron que el contenido suministrado en el juego fue interesante y que todo lo visto en él puede ser aplicado para la vida. Algunos mencionaron, además, que les gustó mucho la dinámica de responder preguntas para ser bonificados con “cuadritos”, haciendo alusión a las unidades de construcción con las que colectivamente montaron la planta de tratamiento. Algunas de las respuestas puntuales fueron:

“pues que uno aprende a no contaminar el agua, a cerrar la llave, el grifo”; “fue una experiencia de aprendizaje para la vida”, “que podíamos construir”

En el caso de la tercera pregunta, los estudiantes opinaron que les gustaría mejorar algunos aspectos técnicos del juego, principalmente el movimiento del avatar por medio de las teclas del computador, ya que durante la experiencia se hizo mediante el clic del *mouse*. Otros comentarios recibidos fueron que les gustaría tener medios de transporte; que quisieran poder comunicarse con sus compañeros por medio de un chat; que en algunas ocasiones el juego estuvo lento en el computador; que hubieran preferido que el avatar pudiera caminar por otras partes

de la ciudad, no solo por las calles sino tener la posibilidad de entrar a los parques, casas, etc. Algunas de las respuestas puntuales fueron:

“que se pueda mover con las teclas, y que tengamos una casa y trabajos, carros”; “su movimiento, porque cuando intentábamos moverlo se pausa”

Finalmente, en el caso de la cuarta pregunta, la mayor parte de los estudiantes indicaron que, en efecto, comentaban en sus familias la experiencia con el juego junto con algunos aspectos del mismo. Por ejemplo, que era un juego educativo, en el cual podían interactuar con contenido audiovisual sobre el tema del uso sostenible del recurso agua. También explicaban con sus familias que habían aprendido algo nuevo a partir de una clase diferente. Algunas de las respuestas puntuales fueron:

“que hoy jugamos un juego y tiene biblioteca, cine, etc. Y en el cine podemos ver películas sobre el agua, y lo mismo con comics”

En términos generales, lo que este análisis cualitativo permite discernir es que los estudiantes valoraron el esfuerzo por convertir la práctica de aula en una experiencia más llamativa para ellos, lo que a su vez dio como resultado una práctica educativa enriquecedora. Esto, sumado a los análisis cuantitativos refuerza los hallazgos de numerosas investigaciones que sitúan el aprendizaje basado en juegos como una estrategia didáctica in-novadora y efectiva.

Lo anterior se complementa con las impresiones manifestadas por la docente de la institución educativa a cargo de la intervención, quien manifestó haber notado un mayor entusiasmo en los estudiantes, así como una actitud mucho más participativa en el grupo experimental que en el de control.

4. CONCLUSIONES

Una primera conclusión de este trabajo es que los medios digitales son una gran alternativa para dinamizar la práctica docente en el aula de clase, debido a que se generan nuevas posibilidades didácticas y metodológicas. En este sentido, se convierte casi que una obligación para los docentes el asumir una postura innovadora en las clases y atreverse a utilizar dichos medios, más aún, entendiendo que el no hacerlo sería desconocer los gustos de las generaciones actuales de estudiantes.

Según los resultados obtenidos en el caso particular de la enseñanza y aprendizaje del uso sostenible del recurso agua, la utilización de un video juego 3D, social e inmersivo, es una aproximación que llama mucho la atención y potencia la motivación de los estudiantes de básica primaria. Más aún, el aprovechamiento de esta herramienta dinamiza la construcción conjunta de conocimientos, el interés por el área de ciencias naturales y la adquisición de conceptos sólidos que puedan ser llevados a los contextos reales a través de un aprendizaje significativo [30-32].

Lo anterior fue corroborado por la investigación cuantitativa realizada de corte cuasi experimental, según la cual los estudiantes que estuvieron expuestos al juego obtuvieron un mayor rendimiento académico que aquellos que recibieron clases magistrales de forma tradicional. Sin embargo, más allá de los resultados numéricos, y de la mano de los resultados cualitativos también recolectados durante la investigación, fue posible evidenciar que el desarrollo de la práctica de aula a través del video juego permite desplegar en los estudiantes no solo el pensamiento crítico y reflexivo, sino la capacidad de asimilar contenidos con una actitud científica y de carácter social.

Como trabajo futuro, y luego de indagar al docente y estudiantes participantes en la investigación, no hay mucho que agregar desde lo metodológico, pues todos ellos

coincidieron que la propuesta les permitió abordar la temática del cuidado del agua de forma innovadora, haciendo que el estudiante sea un actor activo de su propio aprendizaje, por un lado, y el docente sea un impulsador de dicho proceso, por el otro.

Desde lo técnico, y atendiendo algunas de los comentarios recibidos por los estudiantes, sí habría varios aspectos por mejorar, como por ejemplo rediseñar los controles para el manejo de los jugadores de forma que sea más amigable, así como la ampliación de posibilidades de navegación por el mundo virtual, la incorporación de transportes y la inclusión de un chat entre jugadores. También, y quizá siendo la mayor fuente de reclamos, es fundamental considerar que en las instituciones educativas se debe mejorar la infraestructura tecnología para poder acompañar todo este tipo de procesos.

5. REFERENCIAS

- [1] A. A. García, "Breve historia de la educación ambiental: del conservacionismo hacia el desarrollo sostenible," *Rev. Futur.*, vol. 3, no. 12, pp. 1–10, 2005.
- [2] J. Caride and P. Cartea, *Educación ambiental y desarrollo humano*. Madrid: Ariel, 2001.
- [3] E. Gaudiano, *Educación ambiental: trayectorias, rasgos y escenarios*, 1st ed. México: Universidad Autónoma de Nuevo León, 2007.
- [4] M. Mayer, "Educación ambiental: de la acción a la investigación," *Enseñanza de las ciencias*, vol. 16, no. 2, pp. 217–231, 1998.
- [5] M. Novo, *La educación ambiental, bases éticas, conceptuales y metodológicas*, 3rd ed. Madrid: Universitas, 1998.
- [6] J. A. Pulido Rojas, L. A. García Rodríguez, and A. Burgos Ayala, "Análisis de un proyecto ambiental escolar, Gachantivá (Boyacá)," *Cult. científica*, no. 14, pp. 91–102, Oct. 2016.
- [7] L. Sauvé, "La educación ambiental entre la modernidad y la posmodernidad: En busca de un marco de referencia educativo integrador," *Tópicos*, vol. 1, no. 2, pp. 7–26, 1999.
- [8] Ministerio de Educación Nacional, *Estándares básicos en competencias en*

- ciencias naturales*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional, 2004.
- [9] E. Terrón, "La educación ambiental ante los desafíos del siglo XXI," *Cienc. y Docencia*, no. 3, pp. 5–13, 2000.
- [10] G. Bautista, A. Escofet, A. Forés, M. López, and M. Marimon, "Superando el concepto de nativo digital. Análisis de las prácticas digitales del estudiantado universitario," *Digit. Educ. Review*, no. 24, pp. 1–22, 2013.
- [11] J. Cabero and M. del carmen Lorente, "Las TIC y la Educación Ambiental," *Rev. Latinoam. Tecnol. Educ.*, vol. 4, no. 2, pp. 9–26, 2005.
- [12] I. Medina and P. Páramo, "La investigación en educación ambiental en América Latina: un análisis bibliométrico," *Rev. Colomb. Educ.*, no. 66, pp. 55–72, Mar. 2014.
- [13] F. Ojeda, J. Gutierrez, and F. J. Perales, "¿Qué herramientas proporcionan las tecnologías de la información y la comunicación a la educación ambiental?," *Rev. Eureka sobre Enseñanza y Divulg. las Ciencias*, vol. 6, no. 3, pp. 318–344, Apr. 2009.
- [14] M. Badillo, "Propuesta de comunicación y educación ambiental a través del Facebook y el uso de narrativas digitales," *Entramado*, vol. 8, no. 1, pp. 128–139, 2012.
- [15] R. Chacón, M. Castro, F. Zurita, T. Espejo, and A. Martínez, "Videojuegos Activos como recurso TIC en el Aula de Educación Física: estudio a partir de parámetros de Ocio Digital," *Digit. Educ. Review*, no. 29, pp. 112–123, 2016.
- [16] E. J. L. Chappin, X. Bijvoet, and A. Oei, "Teaching sustainability to a broad audience through an entertainment game – The effect of Catan: Oil Springs," *J. Clean. Prod.*, vol. 156, pp. 556–568, Jul. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.069>.
- [17] B. E. de Paula and J. A. Valente, "Digital Games and Education: a possibility to change pedagogical approach in formal teaching," *Rev. Iberoam. Educ.*, vol. 70, no. 1, pp. 9–28, 2016.
- [18] C. González-González and F. Blanco-Izquierdo, "Designing social videogames for educational uses," *Comput. Educ.*, vol. 58, no. 1, pp. 250–262, Jan. 2012. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.08.014>.
- [19] J. M. Martínez, A. Egea, and L. Arias, "Evaluación de un videojuego educativo de contenido histórico. La opinión de los estudiantes," *Rev. Latinoam. Tecnol. Educ.*, vol. 17, no. 1, pp. 61–75, Jul. 2018. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.17.1.61>.
- [20] P. Molins-Ruano, C. Sevilla, S. Santini, P. A. Haya, P. Rodríguez, and G. M. Sacha, "Designing videogames to improve students' motivation," *Comput. Human Behav.*, vol. 31, pp. 571–579, Feb. 2014. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.06.013>.
- [21] T. Ouariachi and J. Olvera-Lobo, María Dolores Gutiérrez-Pérez, "Evaluación de juegos online para la enseñanza y aprendizaje del cambio climático," *Enseñanza de las ciencias*, vol. 35, no. 1, pp. 193–214, May 2017. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2088>
- [22] A. Quesada Bernaus and S. Tejedor Calvo, "Aplicaciones educativas de los videojuegos: el caso de World of Warcraft," *Píxel-Bit, Rev. Medios y Educ.*, no. 48, pp. 187–196, Jan. 2016.
- [23] S. Ramos Ahijado and A. M. Botella Nicolás, "La integración del videojuego educativo con el folklore. Una propuesta de aplicación en Educación Primaria," *Rev. Electrónica Interuniv. Form. del Profr.*, vol. 19, no. 3, p. 115, Sep. 2016. <https://doi.org/10.6018/reifop.19.3.267281>.
- [24] F. Revuelta and J. Guerra, "¿Qué Aprendo Con Videojuegos?: Una Perspectiva De Meta-Aprendizaje Del Videojugador," *Rev. Educ. a distancia*, no. 33, pp. 1–25, Jul. 2012.
- [25] T. Rojo and S. Dudu, "Los videojuegos en la implementación de políticas demitigación del cambio climático," *Ámbitos*, no. 37, pp. 1–25, 2017.
- [26] B. Sampedro, J. Muñoz, and E. Vega, "El videojuego digital como mediador del aprendizaje en la etapa de Educación Infantil," *Educación*, vol. 53, no. 1, pp. 89–107, Dec. 2017. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.850>
- [27] G. M. Sommerfeld and J. Barnes, "Designing feedback in an immersive videogame: supporting student mathematical engagement," *Educ. Technol. Res. Dev.*, vol. 64, no. 1, pp. 65–86, Feb. 2016.
- [28] D. A. Laffan, J. Greaney, H. Barton, and L. K. Kaye, "The relationships between the structural video game characteristics, video game engagement and happiness among individuals who play video games," *Comput. Human Behav.*, vol. 65, pp. 544–549, Dec. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.09.004>.
- [29] D. Short, "Teaching Scientific Concepts Using a Virtual World—Minecraft," *Teach. Sci.*, vol. 58, no. 3, pp. 55–58, Sep. 2012.
- [30] G. A. Dinarte, "La metodología indagatoria: una mirada hacia el aprendizaje significativo desde Charpack y Vigotsky," *InterSedes*, vol. 12, no. 23, pp. 133–144, 2011.
- [31] M. Bolivar, "¿Cómo fomentar el aprendizaje significativo en el aula?," *Temas para la Educ.*, no. 3, pp. 137–143, 2009.

- [32] M. Rodríguez, “La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual,” *Investig. i Innovació Educ. i Socioeducativa*, vol. 3, no. 1, pp. 29–50, 2011.