



Experiencia STEM: desarrollo del pensamiento matemático a través de videojuegos meteorológicos

STEM Experience: Development
of Mathematical Thinking through
Meteorological Video Games

Experiência STEM: desenvolvimento do
pensamento matemático por meio de
videogames meteorológicos

Juan Guillermo Ramírez-Orozco*  [orcid.org/ 0000-0002-4100-5022](https://orcid.org/0000-0002-4100-5022)

Para citar este artículo: Ramírez-Orozco, J. G. (2022). Experiencia STEM: desarrollo del pensamiento matemático a través de videojuegos meteorológicos. *Revista Colombiana de Educación*, (85), 147-164. <https://doi.org/10.17227/rce.num85-12756>



Recibido: 31/10/2020
Evaluado: 22/01/2021

pp. 147-164

N.º 85

* Candidato a Doctor en Ciencias de la Educación, Universidad de San Buenaventura, Medellín. Profesor de la Universidad de San Buenaventura, Medellín, Colombia. juguira@hotmail.com

Resumen

La meteorología es una ciencia transversal que posibilita a los niños el desarrollo de pensamientos matemáticos para el reconocimiento de datos numéricos, la identificación de espacios, el uso de las formas, la variación de variables y la aleatoriedad de la naturaleza. El cambio climático exige una fuerte formación matemática que ayude a responder a los retos que presenta la variación de los fenómenos físicos. Este estudio busca evaluar, de forma cualitativa, el papel de dos videojuegos con trasfondo meteorológico en cuanto al desarrollo de competencias matemáticas que brinden solución los problemas de cambio climático; a la vez que se convierte en un ejercicio STEM que entrega elementos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas necesarios para resolver problemas reales y que son simulados en los videojuegos.

Palabras clave

meteorología;
pensamiento
matemático; cambio
climático; video
juego; reto

Keywords

meteorology;
mathematical thinking;
climate change; video
game; challenge

Abstract

Meteorology is a cross-sectional science that enables children to develop mathematical thoughts as they enable the recognition of numerical data, the identification of spaces, the use of shapes, the variation of variables and the randomness of nature. Climate change requires strong mathematical training to help respond to the challenges posed by the variation of physical phenomena. This study seeks to qualitatively evaluate the role of two video games with a meteorological background in terms of the development of mathematical competencies that allow the solution of the problems presented by climate change and in turn becomes a STEM exercise that provides elements of science, technology, engineering and mathematics necessary to solve real problems and that are simulated in video games.

Resumo

A meteorologia é uma ciência transversal que permite às crianças desenvolver pensamentos matemáticos, pois permitem o reconhecimento de dados numéricos, a identificação de espaços, o uso de formas, a variação de variáveis e a aleatoriedade da natureza. As mudanças climáticas exigem um forte treinamento matemático para ajudar a responder aos desafios colocados pela variação dos fenômenos físicos. Este estudo busca avaliar qualitativamente o papel de dois videogames com background meteorológico no que se refere ao desenvolvimento de competências matemáticas que permitam a solução dos problemas apresentados pelas mudanças climáticas e por sua vez se torne um exercício STEM que fornece elementos de ciência, tecnologia engenharia e matemática necessárias para resolver problemas reais e que são simulados em videogames.

Palavras-chave

meteorologia;
pensamento matemática;
mudança climática; jogos
eletrônicos; desafio

Introducción

El desarrollo de los pensamientos matemáticos es fundamental dentro de un enfoque sistémico de aprendizaje (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 1998); así, a través de un trabajo que busca desarrollar esta habilidad en un contexto rural, se ha venido preparando un modelo didáctico que permita el aprendizaje matemático a través de la meteorología, como una herramienta positiva para comprender el contexto de vida de cada uno de los niños que integran la comunidad académica (MEN, 2006). Bajo esta óptica se ha identificado en los videojuegos un aliado que muestra cómo los conocimientos meteorológicos son fundamentales para resolver problemáticas ocurridas con el cambio climático (Reckien y Eisenack, 2015).

La meteorología es una ciencia interdisciplinaria (Borrrut *et al.*, 1992) que permite aprendizajes cuya finalidad son fortalecer los procesos agrícolas, desarrollar habilidades para la vida a través de la identificación de los cambios climáticos que muestren factores de riesgo con implicaciones antrópicas, y cambios en el ambiente que perjudiquen y atenten contra la vida (Azcárate y Mejía, 2016).

La introducción de la meteorología en la escuela ha buscado fortalecer la capacidad de observación de los estudiantes (Santano Pardo y Arauz Perruca, 2012), al igual que presenta oportunidades para la comprensión de diversos fenómenos físicos (Romagnoli y Sebben, 2015). Bajo esta óptica, se considera una ciencia STEM (*science, technology, engineering y mathematics*), pues ayuda, a través de un aprendizaje basado en problemas (ABP) (Charlton-Pérez, 2013), con contenido científico y matemáticos, a identificar situaciones del cambio climático que ameritan ser focalizadas para ayudar en la vida de los seres humanos (Barrett *et al.*, 2014).

Como apoyo al desarrollo de las competencias matemáticas potenciadas a través de la meteorología, surgen los videojuegos como elemento que permite al niño extrapolar sus competencias meteorológicas a otros escenarios que generan interacción y aplicación de los pensamientos matemáticos (Alzahrani, 2013), los cuales se clasifican en cinco: numérico, como habilidad para hacer juicios matemáticos y entregar operaciones aritméticas; espacial, como la capacidad para manipular objetos en representaciones mentales de carácter cognitivo; métrico, que permite cuantificar numéricamente las dimensiones de la geometría; aleatorio, que posibilita el análisis de datos que proporciona el mundo físico, y variacional, que facilita relacionar cambios en las magnitudes de manera individual o en conjunto (MEN, 1998).

Con lo anterior se identificó cómo los videojuegos favorecen los pensamientos matemáticos a través de la simulación de situaciones reales que desafían al niño con relación a actividades que exigen tomar decisiones que van más allá de la sola numeración para incorporar la geometría, la medición,

el análisis de datos presentados y su variación en el tiempo y en el espacio. Con el fin de trascender los usos de tecnología a usos educativos para resolver problemas matemáticos, es necesario ampliar experiencias que, más que reflexiones personales, posibiliten desarrollos curriculares en los cuales se atiendan aspectos de inclusión escolar articulados con los *Lineamientos curriculares y derechos básicos de aprendizaje* (Carmona et al., 2018).

El juego es un dispositivo que dispara la inteligencia, y esto se da a través de la mecánica que este desarrolla y del contenido que presenta. Un elemento fundamental es la presentación de problemas reales del contexto, unida a contenidos que puedan ayudar en la toma de decisiones de forma inteligente; por tanto, dependiendo de las actividades que desarrollen, los juegos alimentan el contenido de una concepción de la inteligencia (Garmen et al., 2019).

Los juegos sobre el cambio climático son adecuados para abordar estos desafíos, porque pueden servir como herramientas efectivas para la educación y la participación. Se consideran juegos diseñados para tener objetivos subyacentes más allá del mero entretenimiento, con metas claras de instrucción. Características del juego como objetivos, reglas, o el recurso de la fantasía no solo promueven la participación del jugador, sino que también influyen en el aprendizaje (Wu y Lee, 2015).

Investigadores de la Universidad de Columbia, en Nueva York, y de la Universidad de Oldenburg, en Alemania, realizaron una revisión de la literatura, en alemán e inglés, sobre juegos cuyo contenido fuera el cambio climático. Esta revisión tuvo como objetivo brindar una descripción general de los juegos relacionados con cambio climático en general, estructurar la amplia gama de aplicaciones al respecto y analizar una selección sobre el desarrollo temporal del campo, actores involucrados en el desarrollo de juegos, formatos y focos temáticos (Reckien y Eisenack, 2015). Los juegos que identificaron con mayor relevancia se muestran en la tabla 1

A nivel de videojuegos meteorológicos se encuentra *Storm Evader*, que enseña a los niños conceptos meteorológicos en situaciones del mundo real. *Storm Evader* muestra a los jugadores cómo enrutar aviones de manera segura a través de Estados Unidos durante eventos climáticos severos. Deben enrutarlos desde los aeropuertos de origen a los de destino, evitando los peligros climáticos y minimizando el uso de combustible. Además, de enseñar sobre las imágenes de radar, también existe un objetivo que es demostrar que la inteligencia artificial y computacional se podía utilizar de forma eficaz en una situación del mundo real (McGovern et al., 2015).

El prototipo de un juego educativo denominado *Apicum Game*, que aborda el cambio climático y sus efectos sobre los ecosistemas marinos y costeros, propone situaciones prácticas e invita a que el alumno descubra a través del método científico la importancia de preservar los ambientes

Tabla 1*Lista de juegos sobre clima y cambio climático*

| Juegos desarrollados en inglés y alemán | | | | |
|---|--|--------------------------------|-----------------------------|---|
| Aqua-planing | Before the storm | CeO2 | Climate challenge | Climate change showdown |
| Climate diplomat: post-2012 | Climate negotiation simulation | Climate-change policy exercise | Climate-poker | CO2 - the interactive negotiation: global warming |
| CO2-emissions-handel | Co2fx: global warming interactive game | Connect2climate | ¡Cool it! | C-roads |
| Die Klimaschutzbasis noco2wo | Dynamic climate change | Simulator | Early warning, early action | Enercities |
| Energie 21 | Energie für die zukunft | Energie, Klimaschutz | Energiekonferenz | Energy city (1) |
| Energy city (2) | Europas Klima wandeln! | Fate of the world | Frischer wind in | Stahl-hausen |
| A game framework for scenario | Generation for the co2 issue | Greenhouse gas simulator | Keep cool | keep cool in sunshine city |
| Keep cool online | Klimakonferenz - | Klimakonferenz lausitz | Logicity | Love letters to the future movility |
| My 2050 | Planet green game | Plantville | Rizk | Stabili-zation wedge |
| game/"wedge game" | strom für europa! | surfing global change | susclime | the climate challenge |
| trico2lor | v gas (now "living together") war | war game: clout and cc | weltklimagipfel | winds of change |

Fuente: tomado de Reckien y Eisenack (2015).

marinos y costeros y cómo el cambio climático impacta estos ecosistemas, y especialmente cómo afecta a la sociedad. El juego se desarrolla en una ciudad costera ficticia llamada Apicum, que presenta algunas circunstancias extrañas, como lluvias intensas y altas temperaturas (Yamada *et al.*, 2019).

El proyecto de videojuego educativo *Future Delta 2.0* abarca el arte, la ciencia y la tecnología para comunicar una visión local basada en la comunidad de soluciones sostenibles para la Corporación de Delta, Columbia Británica. Construido en 3D, proporciona un espacio para el aprendizaje experimental de múltiples futuros. Los jugadores pueden conocer las causas y efectos del cambio climático, y explorar escenarios socioecológicos alternativos localizados en un entorno virtual seguro. El ciclo de aprendizaje definido dentro del diseño de *Future Delta 2.0* se basa en características del diseño instruccional que se han identificado como potencialmente efectivas

para facilitar la transmisión de conocimientos a través del aprendizaje basado en juegos. En este, se anima a los jugadores a participar en la resolución de problemas del mundo real, conectar el conocimiento existente con el nuevo aprendizaje, ver cómo se aplica el nuevo conocimiento en un entorno virtual a través de comentarios en el juego y, en última instancia, integrar nuevas habilidades críticas en contextos del mundo real (Angel *et al.*, 2015).

Otro videojuego con una gran visión es *ARMA 3* y su esperanza frente a un futuro renovable, en el que el cambio climático se está abordando implícitamente a través de la energía renovable, presentando un contrapunto convincente a la desesperanza que rodea las visiones realistas capitalistas del futuro. *ARMA 3* presenta una visión más emocionante y optimista del futuro a diferencia de otros juegos que retratan visiones distópicas o simplemente extienden el presente hacia el futuro, replicando el tiempo de simultaneidad cultural y cierre de la imaginación del realismo capitalista. La estética de *ARMA 3* sugiere implicaciones importantes para la comprensión actual del potencial persuasivo de los juegos, mostrando cómo se pueden realizar intervenciones importantes a través de la estética en formas no necesariamente limitadas de la misma manera que los compromisos mecánicos más típicos (Abraham, 2018).

Otra plataforma es *Echo Chamber*, el cual no tuvo un impacto significativo en la empatía, pero las tendencias cualitativas sugieren que fue capaz de persuadir a los participantes para que volvieran a examinar cómo enmarcar los datos científicos. Esto respalda nuestra pretensión de persuadir a través de la retórica procesal. Las respuestas registradas indican que el videojuego pudo orientar a los participantes sobre métodos de comunicación más efectivos, al tiempo que destacó la empatía que tienen hacia los científicos (Burch *et al.*, 2016).

El sistema *Greenify* permite a los jugadores completar misiones del mundo real en cuatro categorías: personal (elegir opciones de productos ecológicos), energía (opciones de transporte), recursos (uso de agua y electricidad) y comunicación (debatir cuestiones y compartir conocimiento con otros). Fue diseñado para formar una comunidad en línea comprometida con aprendizaje entre pares y orientado a la acción. Las pruebas piloto sugieren que *Greenify* ayudó a los jugadores a darse cuenta de la importancia de sus acciones personales, con informes de nuevos comportamientos y un mayor deseo de educar a otros. Estos hallazgos sugieren que los principios de gamificación son congruentes con los cambios necesarios para el cambio climático y las tecnologías de redes sociales pueden permitir la educación entre pares y motivar el cambio de comportamiento de manera efectiva (Lee *et al.*, 2013).

Los videojuegos educativos medioambientales se confirman como una herramienta para ayudar en los cambios de comportamiento e introducir a las personas en la comprensión de la problemática del cambio climático

como un factor de impacto humano sobre los ecosistemas. Al mezclar entretenimiento y aprendizaje a través de videojuegos individuales o colectivos, se impulsan las emociones mediante una expectativa constante para comprender el cambio climático, no solo a través de la identificación de sus causas y efectos, sino con el descubrimiento de estrategias para mitigar este (Rojo y Dudu, 2017).

Es de recordar que los juegos serios son juegos de computadora instructivos y enfoques de simulación o tecnologías diseñadas con el propósito de resolver un problema; ofrecen un ambiente con múltiples posibilidades al proporcionar un entorno libre de riesgos que permita la exploración activa de problemas de actualidad, con desafíos intelectuales y sociales superando el puro entretenimiento (Katsaliaki y Mustafee, 2015).

Al momento de evaluar un videojuego relacionado con la meteorología o el cambio climático, estudios realizados en Europa por Katsaliaki y Mustafée (2015) identifican 17 variables para describirlo o medirlo, las cuales suministran información también para clasificarlo como *serious game*; entre estas se mencionan: tema, rol de los jugadores, propósito de jugadores, tipo de juego, gráficos, disponibilidad del juego, número de jugadores, edad objetivo, validación del juego, evaluación del juego, notas de desarrolladores, preguntas que plantea el juego, fundamentos del juego, participación de las partes interesadas, caracterización del juego, resultados de aprendizaje y desarrollador del juego. Esta información posibilita la taxonomía y la organización de la información.

Investigadores de la Universidad de Granada en Andalucía (España) validaron un instrumento que agrupa las variables en 5 categorías que permiten medir el grado de idoneidad de un videojuego con el fin de ser empleado por un docente, estas categorías se clasifican en: identificación del juego, la narrativa o el contexto para producir el mensaje, contenido o mensaje que transmite en torno al cambio climático, la jugabilidad o estructuras que desarrollan los jugadores y la didáctica como los elementos educativos del juego (Ouariachi *et al.*, 2017).

Investigadores quienes buscan la manera en que el videojuego sea un potencializador del pensamiento científico identifican tres estructuras que debe poseer un juego para tener cierta eficacia en la educación; estas representaciones son definidas desde la motivación la cual incluye elementos de curiosidad, retroalimentación, elogio, orientación a la motivación, fracaso divertido y estado de flujo; los elementos cognitivos que se articulan en simulación, cognición situacional, colaboración virtual, valor e identidad, preparación para resolver problemas del mundo real, y un tercer aspecto obedece a la metacognición que incluye conocimiento metacognitivo, contexto, identidad, metamemoria y competencia metaestratégica (Morris *et al.*, 2013). Estos elementos se ven con mayor claridad en la figura 1, al

mostrar la estructura de los elementos enunciados anteriormente y adaptados para Colombia en los niveles de representación de los videojuegos bajo el mecanismo de la integración y la reorientación (Montes *et al.*, 2018).

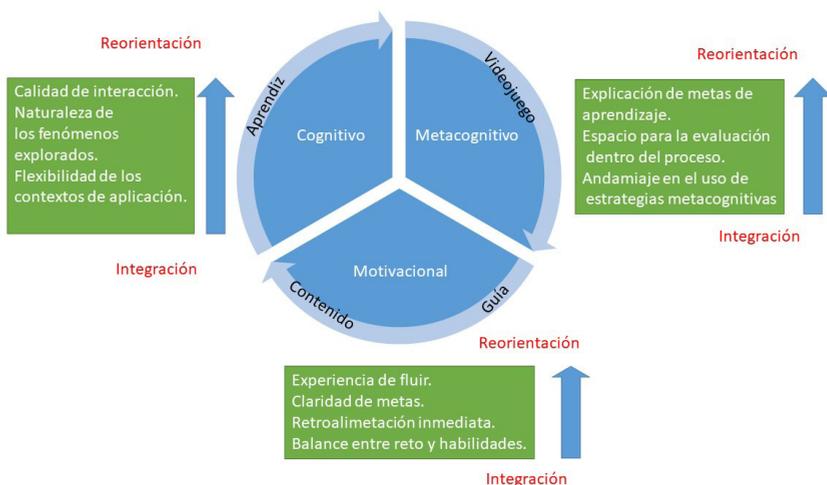


Figura 1. Niveles de representación del potencial educativo de los videojuegos

Fuente: Montes *et al.* (2018).

Metodología

La investigación se realizó en el Centro Educativo Rural (CER) Los Limones, del municipio de Cocorná (Colombia). Se desarrolló un trabajo con 15 niños de los grados segundo a quinto, entre los 7 y 11 años, los cuales vienen ejecutando estrategias sobre adquisición de los pensamientos matemáticos a través de la meteorología y los fenómenos naturales, esto durante los meses de septiembre de 2019 y marzo de 2020. La investigación con un enfoque cualitativo, a través de la técnica de la investigación-acción, ayuda a reflexionar el quehacer docente para contextualizar la práctica educativa (Restrepo, 2004), a la espera de una respuesta por parte de los estudiantes a través de sus representaciones en el aspecto motivacional, cognitivo y metacognitivo.

Se sometió el grupo de estudiantes a una interacción con dos videojuegos *Misión posible: salvar al planeta*, diseñado por Cruz Roja Juventud de España, y ejecutado en línea, y *Aventura climática*, desarrollado por la Universidad Nacional de Colombia para el Ministerio de Medio Ambiente y Vivienda de Colombia. Los estudiantes interactuaron con el juego a través

de los Computadores para Educar, del Ministerio de Tecnologías de la Información y la Comunicación; las sesiones de juego se llevaron a cabo en los espacios de descanso dentro de la jornada académica.

La investigación respondió a las siguientes preguntas: ¿Pueden los videojuegos implementados fomentar la generación de contenido en pensamiento matemático relevantes para la comunidad del CER Los Limones? ¿Pueden los videojuegos implementados crear una presión social positiva sobre el aprendizaje de la matemática para intervenir las dificultades ambientales? ¿Pueden los videojuegos implementados promover una acción significativa para intervenir el contexto de vida de los niños? ¿Los jugadores perciben los juegos como divertidos y atractivos?

Para lograr esto se evaluaron los elementos motivacionales, cognitivos y metacognitivos propuestos por Morris *et al.* (2013), y estructurados a través del modelo de integración y reorientación de Montes *et al.* (2018). Los datos se obtuvieron a través de la observación, la entrevista y el análisis de contenido del diario de campo del docente, con la técnica de triangulación para poder visualizar un problema desde distintos ángulos (Okuda y Gómez, 2005). Esta técnica busca tener una mirada más amplia de una problemática de investigación cruzando las diferentes fuentes para la obtención de datos, propiciando mayor validez y confiabilidad. Se empleó el *software Atlas.ti* como apoyo en el análisis de los datos.

Las preguntas de la entrevista diseñada a través de un cuestionario abierto buscaron que cada niño manifestara su impresión frente al desarrollo de los videojuegos: “¿Qué es lo mejor de los videojuegos trabajados en clase, te parecen entretenidos?”; “¿Fue fácil desarrollar los videojuegos, cuál fue la razón para esto?”, “¿Cuáles fueron las diferencias vistas entre un videojuego y el otro?”, “¿Qué problemáticas de las vistas en los videojuegos se presentan en tu comunidad?”, “¿Qué habilidades matemáticas necesitas para desarrollar los desafíos de los videojuegos?”.

Resultados

Las dos plataformas que fueron sometidas a través de la investigación-acción fomentaron la curiosidad de los niños, por cuanto estos formularon preguntas relacionadas con los contenidos abordados por los videojuegos, aunque en mayor agrado con *Misión posible: salvar al planeta*, por ser una plataforma con más interacción y rapidez, y por ser más pertinente para el trabajo con primaria. Entre los niños hubo preguntas como ¿qué es el cambio climático?, ¿los gases de efecto invernadero qué tanto pueden aumentar la temperatura del planeta?, ¿por qué algunas formas de producción de energía se consideran más contaminantes que otras?, ¿qué tanto varía la temperatura de una ciudad a otra con relación a su ubicación en el espacio?, ¿velocidades altas del viento pueden destruir objetos?

Al observar a los niños se identificó cómo entre ellos competían con la obtención de puntos y se escucharon expresiones como: “Perdió, no ganó puntos la respuesta era”, “La tierra está siendo dominada por el villano, lo hacemos mal”, “Dejaste inundar la ciudad”. Cuando se entrevistaba a los niños con la pregunta “¿por qué haces mal la actividad en el videojuego?”, algunas respuestas sobresalían por su profundidad, al explicar que muchas veces obedecía a la no comprensión de ciertos conceptos y que el videojuego les informaba sobre la necesidad de aprender sobre ellos.

Al observar a los niños hubo la sensación sobre el grado de desafío positivo que producían los juegos en cada uno, que les permitía retomarlos, aun después de no desarrollar cierto desafío sobre la plataforma. Algunas expresiones que sustentan lo anterior son “Venga que es mi turno y ya soy capaz”, “Ya lo aprendí y esta vez voy a ganar”, con lo cual el videojuego se convertía en un medio de aliento para cada jugador, por cuanto no los frustraba y les permitía ejecutar la tarea asignada a través de las habilidades de cada uno.

Se registró cierta orientación a la motivación mayor en *Misión posible: salvar al planeta* que en *Aventura climática*. Allí los chicos vieron cómo su esfuerzo era mejor reconocido cuando cumplían una misión, lo cual se vio en la alegría de su rostro o en sus gestos de aplausos o expresiones como “Gané, soy el mejor”; esto permitió mayor incorporación en el tiempo que permanecían desarrollando actividades del videojuego español.

El fracaso en las actividades propuestas por ambos videojuegos se asimiló con mayor agrado en *Misión posible: salvar al planeta*, debido a la sencillez de la plataforma y por la retroalimentación positiva que hacía que los errores de los niños fueran retroalimentados para comprometerlos en el deseo de superar. Se escucharon expresiones como: “Déjame que ya soy capaz”, “Por poco gano”. Caso contrario se dio en *Aventura climática*, donde se notó el desánimo por volver a realizar una actividad: “Qué pereza, esto es muy lento; no quiero jugar más”, fue una expresión que se repetía después de no superar un desafío.

El videojuego que mayor nivel de flujo produjo fue *Misión posible: salvar al planeta*, ya que este daba la posibilidad al jugador de elegir tres niveles de dificultad, que permitió no ver en este ansiedad o aburrimiento en los niños al momento de realizar las actividades; esto se observaba en la insistencia por desarrollar actividades en esta plataforma. El otro videojuego presentaba mayor complejidad para los niños y a veces algunos retos no se entendían porque no generaban mayor fuerza cuando se elegían, lo que generaba confusión y estrés al momento de ejecutar alguna orden.

En los videojuegos se ve pensamiento científico tratando de resolver problemas reales, no tanto a través de un ambiente simulado sino en relación con los interrogantes que en las plataformas se desarrollaban,

las cuales obedecen a situaciones concretas o problemas del contexto mundial. Estas preguntas ponían al niño en la esfera de la resolución de problemas que les exigían reflexionar para hacer representaciones de estos; muchos niños escribían y hacían esquemas para solucionar en forma acertada los problemas planteados. Un ejemplo de estos se ve en el análisis de las medidas que los niños debían tomar para responder a problemáticas dentro de determinado bioma o piso térmico; algunos fueron, cómo mitigar el asunto de la inundación en zonas rivereñas, lo que los llevaba a calcular distancias para saber dónde construir las viviendas, o identificar aumento de la temperatura que les exigía tomar decisiones de sembrar árboles para manejar efecto invernadero y, por tanto, disminuir la sensación térmica.

En cuanto a la ayuda para desarrollar las diferentes actividades, *Misión posible: salvar al planeta* proporcionó elementos valiosos para dirigir el trabajo de los niños por la plataforma, que les permitía desarrollar las actividades con instrucciones sencillas, comprender los diferentes contenidos de enseñanza sobre el cambio climático, y a través de estos solucionar problemas concretos. Esto se observó en que los niños no formularon muchas preguntas al docente sobre cómo operar en la plataforma; no sucedió así con el otro juego, el cual, en cuanto a instrucciones, era más complejo para la ejecución de los niños; se escuchó continuamente la pregunta “¿Qué hago acá, profe?”, “No entiendo, ¿me ayuda, por favor?”. En este aspecto un videojuego debe facilitar la integración en un solo elemento jugador y plataforma que ofrezca un fuerte empoderamiento de los niños y que posibilite la operación en la plataforma.

Aunque los juegos no crean comunidades epistémicas integrando jugadores de otros lugares, sí brindan información sobre problemáticas globales que se desarrollan en distintos sitios geográficos, aplicando principios universales del pensamiento matemático para dar solución a los desafíos. *Misión posible: salvar al planeta* lleva al niño por distintos biomas, y muestra paisajes a través del planeta con una fauna y flora concretas; esta novedad se evidenció en preguntas de los estudiantes como: “¿Qué animal es este?”, “Esta planta no la conocía”. Por su parte, el videojuego colombiano presenta una realidad de la geografía nacional a través de ciudades ubicadas en distintas latitudes, desde el nivel del mar hasta el páramo, mostrando cómo los problemas del cambio climático encierran desafíos en distintas geografías de Colombia.

En ambos videojuegos, los jugadores pueden diseñar y realizar pruebas, emplear estrategias y ejecutar simulaciones para buscar la estrategia que produzca los mejores resultados en cuanto a la solución de problemas del contexto real. Los jugadores idean escenarios de lo que sucedería, pero también piensan en cómo superar los problemas que crearía la dinámica del cambio climático. Debido a que los videojuegos reflejan problemas del mundo real, los niños en realidad están pensando y planificando algo que

ocurrirá, se impresionan de todo lo que puede suceder con la agudización del cambio climático y con la necesidad de actuar en conciencia ambiental para mejorar la situación actual. Entre ellos se vio conversar sobre las dificultades del cambio climático, además de cierto estado de admiración con sentimiento de tristeza frente a muchas consecuencias que mostraban las plataformas simulando ciertos hechos que agravan la condición actual del cambio climático con los gases de efecto invernadero o con acciones de tala de árboles que aumentan la temperatura del planeta.

El conocimiento se describe como la capacidad de utilizar saberes previos y las conjeturas para construir modelos mentales o simulaciones para planificar acciones; en este sentido, los videojuegos evaluados proporcionaron elementos para que cada jugador fuera superando cada nivel, el conocimiento adquirido en cada etapa le permitió mejores desarrollos en otro nivel del juego o punto a desarrollar. Las observaciones confirmaron lo anterior cuando se entrevistaba a los niños con la pregunta “¿Lo aprendido te ha permitido desarrollar un mejor juego?”. Esta dejó ver en los niños una condición que se inclinaba por el sí, con expresiones como: “Aprender a hacer las preguntas por primera vez me permitió conocer el mecanismo para responder otras”; en otras palabras, se desarrolló una retroalimentación positiva para empoderar al niño dentro del juego.

En muchas ocasiones, los jugadores pueden darse cuenta y aceptar que las leyes que rigen un juego no son necesariamente las mismas que se aplican en el mundo real, caso que no fue el experimentado en los videojuegos desarrollados para potencializar el pensamiento matemático; estos, amparados en un contexto real, se sometieron a las leyes físicas, y sus preguntas obedecían a situaciones que se pueden dar en la realidad o que están sucediendo. Los niños preguntaban sobre la tala de árboles, las altas temperaturas y su relación con los gases de efecto invernadero, o la destrucción de la capa verde del planeta.

En los videojuegos los niños asumieron roles; por ejemplo, en *Misión posible: salvar al planeta*, se dio la oportunidad para que escogieran seis personajes o superhéroes que se personalizaban con el nombre de cada niño. Estos personajes asumían la misión de salvar el planeta de un villano que buscaba destruirlo, con lo cual el niño se empoderaba como un agente bondadoso con un papel en el juego más allá de ser un simple consumidor de entretenimiento. Por otra parte, en *Aventura climática*, el niño se acompaña de Climántica, una experta en cambio climático que le ayudará a ejecutar los diferentes retos, en clave de conocimiento científico, pues todas las acciones obedecen a opciones sólidas con argumentos evaluados a través del desarrollo de la ciencia.

Estos videojuegos también pueden ayudar a reducir las demandas impuestas a la memoria de trabajo mientras los niños participan en conductas de resolución de problemas, ya que mantienen un registro de los recursos y logros anteriores siempre que se esté desarrollando la actividad en el momento; pero cuando se ve desde otra óptica, esta es una limitante de los juegos que no posibilita guardar las sesiones; por tanto, cada que el niño juega inicia nueva sesión, pero sí puede elegir en qué sitios desea realizar los retos.

Los análisis cualitativos de las respuestas de los estudiantes a las preguntas de la entrevista posterior a las sesiones de juegos revelaron que ellos monitoreaban su aprendizaje, evaluaban la información presentada, mostraban conciencia del nuevo conocimiento que estaban adquiriendo y emitían juicios sobre el aprendizaje, con tal se muestra positivo el trabajo con los videojuegos para afianzar los pensamientos matemáticos de los niños a la hora de resolver problemas sobre el cambio climático

Conclusiones

Cuando se dan respuestas desde lo cualitativo a las preguntas de la investigación en términos generales se pueden brindar los siguientes análisis:

¿Pueden los videojuegos implementados fomentar la generación de contenido en pensamiento matemático relevantes para la comunidad del cer Los Limones? El video juego es un elemento de alto impacto no solo por la oportunidad que tienen los niños de aprovechar su tiempo libre en la escuela, sino porque, a través de determinados retos con un fondo meteorológico encaminado en el cambio climático, entrena el pensamiento de los niños, con actividades que implican el pensamiento numérico relacionando cantidades en diferentes contextos; el pensamiento geométrico espacial, con identificación de determinadas posiciones geográficas; el pensamiento métrico, al desplazarse por distintas partes de la geografía resolviendo retos; el pensamiento aleatorio, con un análisis de datos que permitían tomar decisiones, y un pensamiento variacional, que implicaba la relación de variables a través de razones de proporcionalidad directa e inversa.

¿Pueden los videojuegos implementados crear una presión social positiva sobre el aprendizaje de la matemática para intervenir las dificultades ambientales? Los videojuegos desarrollan actividades en contextos reales, por tal motivo los retos son problemas con un trasfondo verídico que posibilita la adquisición de habilidades a través del desarrollo de problemas con un fuerte contenido tecnológico y científico. En sí, los niños identifican problemas ambientales relacionados con el clima y que, si no se desarrollan de forma adecuada, perjudicarán la vida en la Tierra.

En sí, para desarrollar los retos de los videojuegos, aunque no son problemas matemáticos de aritmética, exigen que el niño emplee los pensamientos matemáticos para ejecutar los desafíos propuestos en cada juego

¿Pueden los videojuegos implementados promover una acción significativa para intervenir el contexto de vida de los niños? En la dinámica de transformar las condiciones precarias del planeta Tierra por una alteración en las condiciones climáticas se articula el desarrollo de los juegos, en los cuales los niños simulan situaciones reales a través de una pregunta que les pide elaborar una predicción de lo que sucede si no se toman las respectivas acciones de mejora medioambiental.

¿Los jugadores perciben los juegos como divertidos y atractivos? Para los niños el juego es una oportunidad de felicidad, y se evidenció en la actitud frente al desarrollo positivo de las acciones que pedía cada uno de los videojuegos evaluados. Se vio un compromiso de respeto entre ellos, hubo entretenimiento y optimismo en cuanto a la superación de los retos, al igual que ellos buscaron cooperación para superar ciertos desafíos.

En general, el juego climático permite poner a prueba el desarrollo de los pensamientos matemáticos. Siendo el cambio climático uno de los desafíos de la humanidad, hace falta el desarrollo de juegos con esta temática para Colombia con cierto grado de interactividad, el que existe y que se evaluó cualitativamente es diseñado para un público de mayor edad y no responde en cuanto a la interactividad y fluidez de su contenido a las necesidades de los niños.

En una época de la historia del planeta en la cual hay un fuerte deterioro de las condiciones ambientales, las matemáticas están involucradas en todos los niveles de comprensión del cambio climático, incluida la descripción, predicción y comunicación de sus consecuencias. Hay una necesidad urgente de enfoques críticos de la educación matemática que preparen a los ciudadanos actuales y futuros para participar en procesos que ayuden a mitigar estos problemas (Barwell, 2013) para los cuales el enfoque stem posibilita la solución en contextos reales

Referencias

- Abraham, B. (2018). Video game visions of climate futures: ARMA 3 and implications for games and persuasion. *Games and Culture*, 13(1), 71-91. <https://doi.org/10.1177/1555412015603844>
- Alzahrani, F. (2013). Evaluation of videogames for mathematics education with young children. *International Conference on Computer Applications Technology*, ICCAT 2013, 1-4. <https://doi.org/10.1109/ICCAT.2013.6521996>

- Angel, J., Lavallo, A., Iype, D. M., Sheppard, S. y Dulic, A. (2015). Future Delta 2.0: An experiential learning context for a serious game about local climate change. En *International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques* (pp. 1-10). <https://doi.org/https://doi.org/10.1145/2818498.2818512>
- Azcárate, R. y Mejía, A. (2016). Meteorología, socioeconomía y gestión del riesgo de desastres del evento El Niño Oscilación del Sur en Colombia. *Mutis*, 6(2), 95-109. <https://doi.org/doi:http://dx.doi.org/10.21789/22561498.1154>
- Barrett, B. S., Moran, A. L. y Woods, J. E. (2014). Meteorology meets engineering: An interdisciplinary STEM module for middle and early secondary school students. *International Journal of STEM Education*, 1(1), 1-7. <https://doi.org/10.1186/2196-7822-1-6>
- Barwell, R. (2013). The mathematical formatting of climate change: critical mathematics education and post-normal science. *Research in Mathematics Education*, 15(1), 37-41. <https://doi.org/10.1080/14794802.2012.756633>
- Borrut, J., Camps, J., Maixé, J. y Planelles, M. (1992). La meteorología en la enseñanza de las ciencias experimentales: una propuesta interdisciplinar e integradora. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 201-205. <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v10n2/02124521v10n2p201.pdf>
- Burch, E., Fernsler, J., Brulle, R. y Zhu, J. (2016). Echo chamber: A persuasive game on climate change rhetoric. En *Chi Play 2016 - Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play Companion* (pp. 101-107). <https://doi.org/10.1145/2968120.2987741>
- Carmona, J. A., Flores, J. V. y Villa, J. A. (2018). Uso de calculadoras simples y videojuegos en un curso de formación de profesores. *Unipluriversidad*, 18(1), 13-24. <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.18.1.02>
- Charlton-Pérez, A. J. (2013). Problem-based learning approaches in meteorology. *Journal of Geoscience Education*, 61(1), 12-19. <https://doi.org/10.5408/11-281.1>
- Garmen, P., Rodríguez, C., García, P. y San Pedro, J. (2019). Inteligencias múltiples y videojuegos: evaluación e intervención con software TOI. *Comunicar: Revista Científica Iberoamericana de Comunicación y Educación*, 27(58), 95-104. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6733864>
- Katsaliaki, K. y Mustafee, N. (2015). Edutainment for sustainable development: A survey of games in the field. *Simulation and Gaming*, 46(6), 647-672. <https://doi.org/10.1177/1046878114552166>

- Lee, J. J., Ceyhan, P., Jordan-Cooley, W. y Sung, W. (2013). Greenify: A real-world action game for climate change education. *Simulation and Gaming*, 44(2-3), 349-365. <https://doi.org/10.1177/1046878112470539>
- McGovern, A., Balfour, A., Beene, M. y Harrison, D. (2015). Storm evader. Using iPad to teach kids about meteorology and technology. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 96(3), 397-403. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-13-00202.1>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (1998). *Lineamientos curriculares de matemática*.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas y ciencias ciudadanas*.
- Montes, J., Baldeón, D., Ochoa, S. y Bonilla, M. (2018). Videojuegos educativos y pensamiento científico: análisis a partir de los elementos cognitivos, metacognitivos y motivacionales. *Educación y Educadores*, 21(3), 388-408. <https://doi.org/10.5294/edu.2018.21.3.2>
- Morris, B. J., Croker, S., Zimmerman, C., Gill, D. y Romig, C. (2013). Gaming science: The “Gamification” of scientific thinking. *Frontiers in Psychology*, 4, 1-16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00607>
- Okuda, M. y Gómez, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(1), 118-124.
- Ouariachi, T., Gutierrez, J. y Olvera, M. D. (2017). Criterios de evaluación de juegos en línea sobre cambio climático. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 22(73), 445-474. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662017000200445&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Reckien, D. y Eisenack, K. (2015). Climate change gaming on board and screen: A review. *Simulation & Gaming*, 44(2-3), 253-271. <https://doi.org/10.1177/1046878113480867>
- Restrepo, B. (2004). La investigación-acción educativa y la construcción de saber pedagógico. *Educación y Educadores*, 7(7), 45-55.
- Rojo, T. y Dudu, S. (2017). Los videojuegos en la implementación de políticas de mitigación del cambio climático. *Ambitos, Revista Internacional de Comunicaciones*, 37, 1-25. <https://institucionales.us.es/ambitos/los-videojuegos-la-implementacion-politicas-mitigacion-del-cambio-climatico/>
- Romagnoli, C. y Sebben, V. (2015). Nociones de física de la atmósfera en la escuela primaria. Una mirada desde la meteorología escolar. *Revista de Enseñanza de la Física*, 27(2), 741-747.
- Santano Pardo, P. y Arauz Perra, H. (2012). La meteorología en la escuela. una propuesta. *Indivisa: Boletín de Estudios e Investigación*, 13, 68-75. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4247174>

- Wu, J. S. y Lee, J. J. (2015). Climate change games as tools for education and engagement. *Nature Climate Change*, 5(5), 413-418. <https://doi.org/10.1038/nclimate2566>
- Yamada, F. M., Ribeiro, T. y Ghilardi, N. (2019). Assessment of the prototype of an educational game on climate change and its effects on marine and coastal ecosystems. *Brazilian Journal of Computers in Education*, 27(3), 1-31. <https://doi.org/10.5753/RBIE.2019.27.03.01>

