

# EL ROL DEL JUEGO DIGITAL EN EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS: EXPERIENCIA CONJUNTA EN ESCUELAS DE BÁSICA PRIMARIA EN COLOMBIA Y BRASIL

Julian Moreno Cadavid Julian<sup>1</sup>; Alberto Alejandro Piedrahita Ospina<sup>1</sup> y Marta Rosecler Bez<sup>2</sup>

[jmoreno1@unal.edu.co](mailto:jmoreno1@unal.edu.co); [aapiedra@unal.edu.co](mailto:aapiedra@unal.edu.co); [marta@feevale.br](mailto:marta@feevale.br)

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Colombia

<sup>2</sup> Universidade Feevale, Novo Hamburgo, Brasil.

## Resumen

En este trabajo se presenta el uso de un juego digital, específicamente de tipo multi-jugador en línea, como estrategia didáctica para la enseñanza de las operaciones de suma y resta de fracciones en estudiantes de quinto grado de educación primaria. Así mismo, se presenta una validación a partir de un diseño cuasi-experimental con 250 estudiantes entre 10 y 12 años de edad vinculados a tres instituciones educativas, dos de Colombia y una de Brasil. Dicha validación se realizó tanto de forma cuantitativa como cualitativa, en términos del rendimiento académico y la percepción hacia el curso respectivamente. En el segundo caso no solo involucró a los estudiantes sino también a los padres de familia.

**Palabras clave:** Matemáticas, Fracciones, Juego digital, Educación básica.

## O role do jogo digital e a competência na aprendizagem das matemáticas: experiência conjunta em escolas de ensino fundamental na Colômbia e Brasil

## Resumo

Em este trabalho se apresenta o uso de um jogo digital, especificamente do tipo multijogador em linha, como estratégia didática para o ensino das operações de adição e subtração de frações em estudantes de quinta serie de ensino básico. Do mesmo modo, apresenta-se uma avaliação a partir de um desenho quase experimental com 250 estudantes entre 10 e 12 anos de idade vinculados a três instituições educativas, duas na Colômbia e uma no Brasil. Essa avaliação foi feita tanto de forma quantitativa quanto qualitativa, em termos do rendimento acadêmico e da percepção do curso respectivamente. No segundo caso não solo foram envolvidos aos estudantes mas também aos pais de família.

**Palavras-chave:** Matemáticas, Frações, Jogo digital, Ensino fundamental.

## The role of digital game and competition in mathematics' learning: joint experience in primary schools in Colombia and Brazil

## Abstract

This research presents the use of a digital game, specifically an online multiplayer game, as a didactic strategy for teaching addition and subtraction of fractions for primary school fifth grade students. Likewise, a validation using a quasi-experimental design with 250 students between 10 and 12 years old from three educational institutions, two in Colombia and one on Brazil, is presented. Such a validation was made in both quantitative and qualitative manner in terms of academic achievement and course perception respectively. In the second case not only students were involved, but also their parents.

**Keywords:** Mathematics, Fractions, Digital game, Primary school

## 1. INTRODUCCIÓN

El bajo nivel en matemáticas que exhiben los estudiantes de educación básica/fundamental y media en Colombia, Brasil, y en general Latinoamérica, es un problema que ha sido evidenciado sistemáticamente por numerosas pruebas internacionales estandarizadas. Una de ellas es el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés) las cuales son llevadas a cabo de forma trianual con el fin de medir los conocimientos y habilidades de estudiantes de 15 años alrededor del mundo en matemáticas, ciencias y comprensión lectora. En la edición de 2012, en la cuál participaron cerca de medio millón de estudiantes de 65 economías, participaron 8 países de Latinoamérica: Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Colombia, México, Perú y Uruguay. Todos ellos calificaron dentro del 25 por ciento de más bajo rendimiento (Brunner, 2013). Más específicamente, Brasil se ubicó en el puesto 55 en lectura, en el 58 en matemáticas, y en el 59 en ciencias. Por su parte, Colombia se ubicó en el puesto 57 en lectura, en el 62 en matemáticas, y en el 60 en ciencias (OCDE, 2014).

Otra prueba es el Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias (TIMSS, por su sigla en inglés), la cual se trata de una evaluación de conocimientos de matemáticas y ciencias de cientos de miles de estudiantes inscritos en los grados cuarto y octavo alrededor del mundo. Tiene como propósito proveer información para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de estas dos áreas, fundamentales para desarrollar competencias relacionadas con la solución de problemas y el razonamiento riguroso y crítico (Mullis et al., 2008). Su primera aplicación fue en 1995 y de allí en adelante se han realizado cada cuatro años. Brasil no ha participado en estas pruebas, mientras que Colombia solo lo ha hecho en dos ocasiones: 1995 y 2007. En la edición de 2007 participaron 36 países y Colombia se ubicó en el caso de matemáticas en el puesto 30 para cuarto grado y en el puesto 29 para octavo grado.

Una prueba más es el Estudio Regional Comparativo y Explicativo llevado a cabo por el laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE) y el cual se ha realizado en tres ocasiones: 1997, 2006 y 2012. Su objetivo es medir los logros de aprendizaje en matemática y lenguaje en estudiantes de tercer grado de educación primaria, así como los logros de aprendizaje en matemática, lenguaje, y ciencias naturales, en estudiantes de sexto grado. En su última edición participaron cerca de 200 mil estudiantes de 15 países: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana y Uruguay, más el estado mexicano de Nuevo León. En el caso específico de matemáticas, Colombia se ubicó para el tercer grado levemente por debajo de la media regional, mientras que Brasil estuvo significativamente por encima: 694 y 727 puntos respectivamente sobre una media de 700. Entre tanto, para el grado sexto tanto Colombia como Brasil estuvieron levemente por encima: 705 y 709 puntos respectivamente sobre una media de 700. En los cuatro casos sin embargo dichas puntuaciones equivalen a un nivel dos de desempeño, considerando una escala de uno a cuatro para todas las pruebas.

Y no se trata solamente que existan malos resultados en matemáticas en la educación básica/fundamental y media, el problema va más allá. Según la OCDE (2014, p.6): “El dominio de las matemáticas es un sólido factor de predicción de resultados positivos para adultos jóvenes, ya que influye en su competencia para seguir una educación post-secundaria y en sus perspectivas de ingresos en el futuro”. Sin embargo, el panorama no es del todo sombrío. Según este mismo informe uno de los aspectos claves a trabajar desde las escuelas para mejorar el aprendizaje de las matemáticas es la motivación de los estudiantes. En este orden de ideas, una estrategia didáctica se ha destacado precisamente en años recientes por propender dicha motivación tanto en matemáticas como en otras áreas del conocimiento: el aprendizaje basado en juegos digitales.

El *Horizon Report*, uno de los informes sobre tecnologías emergentes en educación más importantes del mundo, sitúa en sus últimas ediciones a esta aproximación como una de las de más potencial en el mediano plazo tanto para básica/fundamental como media (Johnson et al., 2014; 2015). Y es que las evidencias a favor de su uso dentro de aulas de clase son abundantes en la literatura: (Cuenca & Martín, 2010; De Grove et al., 2012; Del Moral & Fernández, 2015; Eguia et al., 2012; Emin-Martínez & Ney, 2013; Gálvez, 2006; Shapiro et al., 2014).

A partir del panorama expuesto previamente, el problema de investigación abordado en este trabajo es precisamente cómo mejorar las competencias de los estudiantes en matemáticas en la educación básica/fundamental. Cabe aclarar que lo que se pretende no es ahondar en los causantes de dicha problemática. En cambio, se plantea como hipótesis de investigación si el uso de un juego digital como estrategia didáctica, específicamente sobre las operaciones de suma y resta de fracciones para estudiantes de quinto grado, puede ser una alternativa para lograr dicha mejoría.

En este orden de ideas, el resto de este documento está organizado de la siguiente manera. En la siguiente sección se presenta el marco conceptual del trabajo realizado. En la sección tres se explica la metodología empleada incluyendo el diseño instruccional, los componentes lúdicos, así como una descripción de la población objetivo y los instrumentos de medición utilizados. Finalmente, en la sección cuatro los resultados obtenidos son presentados y discutidos.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

Según PISA (2012), el alfabetismo en matemáticas puede ser entendido como la capacidad del individuo para formular, aplicar e interpretar la matemática en los más diversos contextos. A lo anterior se le incluye el razonamiento matemático y la aplicación de conceptos, procedimientos, herramientas y hechos matemáticos para describir, explicar y prever fenómenos. De manera similar, OCDE (2007) menciona que el alfabetismo matemático se define como la capacidad de los estudiantes para identificar y entender el papel de las matemáticas en el mundo, hacer juicios bien fundados y utilizar las matemáticas y vincularse con ellas de formas que satisfagan las necesidades de la vida del individuo como ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo.

A continuación se presenta el marco conceptual en que se fundamenta este trabajo. Por una parte una contextualización disciplinar del dominio de conocimiento en matemáticas que es el objeto de interés: la fracción y sus interpretaciones. Luego se discute la enseñanza y aprendizaje de esta temática haciendo énfasis en sus dificultades, para por último describir el uso de juegos digitales como estrategia de enseñanza para superar algunas de ellas.

## 2.1. La fracción y sus interpretaciones

La interpretación parte-todo consiste en considerar la cantidad  $b$  como un todo continuo o discreto que se divide en  $a$  partes iguales. La fracción, por tanto, puede verse como la relación entre dos cantidades específicas: la medida de la parte con respecto a la medida del todo. Esta relación es un camino natural para la conceptualización de algunas propiedades como la que conduce a la denominación “fracción propia” e “impropia”, así como de algunas relaciones como la de equivalencia, y algunas operaciones como la suma y la resta.

La interpretación de medida surge cuando se desea medir una determinada magnitud que no corresponde a un múltiplo de la unidad de medida original. En otras palabras, cuando tal magnitud no está contenida un número entero de veces en la unidad con que se está midiendo. Esta interpretación permite identificar que una fracción  $a/b$  es  $a$  veces  $1/b$ , pasando a ser esta última la nueva unidad de medida.

La interpretación de cociente resulta al dividir uno o varios elementos entre un número determinado de partes. En otras palabras, dividir un número natural entre otro no nulo, y puede asimilarse como el valor numérico de la fracción  $a/b$ . Como lo menciona Obando (2006, p. 69): “cuando la fracción es interpretada como el resultado de una división, esta fracción tendrá un significado y no será un símbolo muerto, sin sentido para quien lo utiliza”. El significado de la fracción como cociente es importante porque permite preparar el camino para entender los números racionales como un campo de cocientes, teniendo de esta manera una construcción formal de éstos. Esta interpretación aporta una herramienta poderosa para el trabajo en otras interpretaciones de las fracciones como la recta numérica o las razones.

La interpretación de operador implica el uso de la fracción como función de cambio de un determinado valor. Así, la fracción  $a/b$  empleada como operador es el número que modifica un valor particular  $n$  multiplicándolo por  $a$  y dividiéndolo por  $b$ . Un ejemplo de esta interpretación son los porcentajes donde el valor de  $n$  es 100.

La interpretación de razón resulta de la comparación entre dos cantidades de igual o diferente magnitud. Las razones pueden ser comparaciones parte versus parte en un conjunto (magnitud discreta) o comparaciones parte versus todo (magnitud continua y discreta).

## 2.2. Enseñanza y aprendizaje de fracciones

En toda Latinoamérica, las fracciones hacen parte fundamental del currículo de matemáticas tanto en básica primaria como de secundaria. En el caso de Colombia por ejemplo, el Ministerio de Educación Nacional (1998)

define los siguientes objetivos de aprendizaje a este respecto para diferentes grados.

- Primero a tercero: Describo situaciones de medición utilizando fracciones comunes
- Cuarto a quinto: Interpreto las fracciones en diferentes contextos: situaciones de medición, relaciones parte todo, cociente, razones y proporciones. Utilizo la notación decimal para expresar fracciones en diferentes contextos y relaciono estas dos notaciones con la de los porcentajes.
- Sexto a séptimo: Utilizo números racionales, en sus distintas expresiones (fracciones, razones, decimales o porcentajes) para resolver problemas en contextos de medida.

Así mismo, en el caso de Brasil, los Parámetros Curriculares Nacionales (PCN) de matemáticas (Secretaría de Educação Fundamental, 1997) presentan recomendaciones didácticas para la enseñanza y aprendizaje de fracciones. Más específicamente, los estudiantes a partir de cuarto grado deben tener la capacidad de:

- Explorar el concepto de fracción en las situaciones que está implícita la relación parte-todo. Es decir, el estudiante debe percibir que un todo puede ser dividido en partes.
- Diferenciar la fracción parte-todo de la fracción cociente. Un ejemplo de ello es dividir un numerador por un denominador, consolidando la idea de indeterminación de la división cuando el denominador es cero.
- Identificar la fracción como una razón o comparativo entre dos cantidades, como lo es por ejemplo la interpretación de los resultados de un censo tipo “siete de cada diez habitantes son mujeres”.
- Interpretar el significado de fracción como un operador donde la misma desempeña el papel de transformación, como lo es por ejemplo “¿qué número debemos multiplicar por cinco para obtener cuatro”.

Pese a estas especificaciones, son numerosas las dificultades que se presentan en la enseñanza y el aprendizaje de este tema. Perera & Valdemoros (2007) hacen un recuento de más de una docena de referencias de diversos autores que concuerdan con esta afirmación. Ya en el caso específico de Latinoamérica, se encuentran también investigaciones más recientes en esta misma línea. Olfos & Guzmán (2011) en el caso de Chile, afirman que en el caso de las fracciones hay dificultades comunes en los alumnos que permanecen invariablemente, más allá del grupo curso y más allá del nivel socioeconómico del establecimiento educativo de los estudiantes. Se trata de conocimientos equivocados, basados en conocimientos previos que tiene un alcance limitado y que se extienden más allá del ámbito de validez. Por ejemplo, muchos niños, pese a haber estudiado fracciones en cuarto grado, a fin de año piensan que  $1/2$  es menor que  $1/3$  porque 2 es menor que 3. Pruzzo (2012) por su parte, en el caso de Argentina, realizó un estudio en el que encontró que numerosos alumnos no logran representar números fraccionarios, operar con ellos o establecer equivalencias. De manera similar, Hincapié (2011) en el caso de Colombia, afirma que se evidencian dificultades de comprensión

principalmente en lo referente al concepto de fracción y al manejo procedimental de las operaciones de los racionales positivos.

### 2.3. Aprendizaje basado en juegos digitales

La literatura está poblada de información acerca del aprendizaje basado en juegos. Parte de esta información es académica, donde los investigadores del campo discuten el potencial, desventajas y otras consideraciones sobre este tipo de aprendizaje. Consiste en analizar qué hace a los juegos digitales tan divertidos, y cómo estas características pueden utilizarse para mejorar los procesos de aprendizaje.

Este interés en los juegos pasó prácticamente desapercibido hasta que autores como Gee y Aldrich comenzaron a abogar por el uso de juegos en contextos educativos. Uno de los libros más referenciados en la literatura en este tema es precisamente *What video games have to teach us about learning and literacy*, de Gee (2003). El aprendizaje basado en juegos consiste en el uso de juegos digitales con objetivos educativos, utilizándolos como herramientas que apoyen los procesos de aprendizaje de forma significativa.

También es conocido bajo multitud de términos en inglés, como *Game-Based Learning* (GBL) o *Educational Gaming*, o incluso *Serious Games*, aunque este término suele abarcar diferentes aplicaciones de juegos fuera del ámbito del ocio, y no sólo juegos educativos. Estudios realizados en el campo muestran que existe una cierta conexión entre el juego (tanto digital como de otra índole) y el aprendizaje. Diversos argumentos apoyan el uso de los juegos digitales como herramientas de aprendizaje, siendo el más recurrente el hecho de que éstos pueden mejorar la motivación de los alumnos, debido a su naturaleza inmersiva.

De hecho, los juegos digitales proporcionan experiencias desafiantes que promueven la satisfacción intrínseca de los jugadores, manteniéndolos comprometidos y motivados durante el proceso de aprendizaje. Por otro lado, una de las principales causas de la capacidad de entretenimiento de los juegos digitales es que suponen un reto para el jugador, que debe llevar a cabo un aprendizaje continuo y progresivo para llegar a dominar el juego. El reto aumenta a medida que el jugador progresa; por ello los jugadores deben aumentar sus habilidades y aprender nuevas estrategias hasta el mismo final del juego.

Otra característica de los juegos digitales relacionada con el aprendizaje es que éstos proporcionan ciclos cortos de retorno de la información (del inglés, “feedback”). Esto

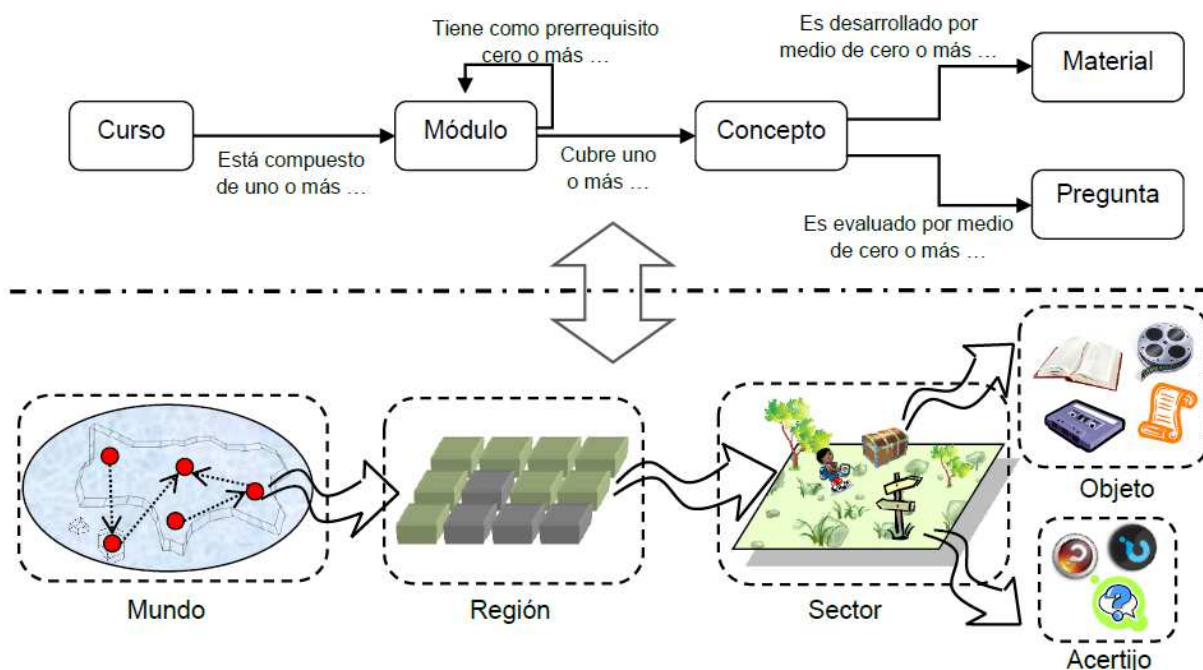
permite a los jugadores explorar libremente el entorno del juego, poniendo en práctica sus propias hipótesis, aprendiendo mediante ensayo y error, y obteniendo información inmediata que pueden utilizar para redefinir suposiciones erróneas, todo ello en un entorno libre de riesgos. Esta característica tiene una aplicabilidad directa en contextos educativos donde los alumnos necesitan recibir valoraciones o comentarios que les guíen durante su proceso de aprendizaje. En este sentido la principal ventaja del aprendizaje basado en juegos frente a enfoques educativos más tradicionales, donde el peso de guiar a los alumnos recae íntegramente sobre el educador, es que las orientaciones y valoraciones pueden transmitirse de una manera mucho más rápida.

## 3. METODOLOGÍA

Como se mencionó previamente, el objetivo de este artículo es presentar un juego digital como estrategia didáctica para el aprendizaje de suma y resta de fracciones para estudiantes de quinto grado. En esta sección se presenta entonces el diseño de dicho juego dividido en dos partes. En una primera parte el diseño instruccional del contenido que se desea enseñar y en la segunda los componentes lúdicos del juego. Luego se describe la población sobre la cual se aplicó, así como el método de investigación e instrumentos fueron utilizados para medir su impacto.

### 3.1. Diseño instruccional

A la hora de desarrollar un material educativo digital, en este caso un juego, una alternativa económica no solo en términos monetarios sino también de esfuerzo requerido es el uso de una herramienta de autor. Este fue precisamente el camino seguido durante este trabajo, más específicamente por medio de la herramienta Erudito (Moreno et al., 2012), la cual permite la creación de juegos de tipo multijugador en línea (MOG por sus siglas en inglés). Su público objetivo son docentes, los cuales mediante una metáfora simple entre curso y juego pueden crear mundos virtuales sin requerir para ello de conocimientos ni de programación, ilustración o animación. Como puede observarse en la figura 1, dicha metáfora permite que la creación del juego no diste mucho del diseño instruccional tradicional de un curso.



**Figura 1.** Metáfora empleada en Erudito entre curso y juego (Moreno et al., 2012)

En nuestro caso, el curso creado fue sobre suma y resta de fracciones, al cual se le denominó “La copa fraccionaria :: A copa fraccionaria,” nombre del Mundo percibido por los estudiantes. Tanto para el Mundo como para el resto de componentes del curso se utilizaron títulos tanto en castellano como en portugués dada la población impactada, la cual se describirá en detalle más adelante. Respecto a este nombre es importante mencionar que dentro de la narrativa del juego como tal, se decidió usar una temática alrededor del futbol, aprovechando el fervor que inspira en ambos países.

Dicho curso fue dividido en cinco módulos o Regiones del juego. Dichos módulos a su vez cubren una serie de conceptos los cuales se convertirán en los Sectores que componen las Regiones. En el contexto de un juego un Sector se considera como un espacio geográfico claramente delimitado. En el caso de Erudito dichos Sectores son celdas de formato rectangular, conectados de forma contigua pero no necesariamente lineal. Para cada concepto

el docente incorpora una serie de materiales explicativos los cuales pueden ser de diversos formatos: documentos, videos, audios, imágenes o animaciones. Dichos materiales se convierten en los Objetos o Ítems que deben ser recolectados por el estudiante a medida que recorre el Mundo. Así mismo, cada concepto tiene asociado una serie de preguntas de evaluación, las cuales son percibidas por el estudiante como Acertijos que debe ir resolviendo para poder avanzar. Erudito contempla diversos tipos de pregunta de calificación automática como la mayoría de ambientes virtuales de aprendizaje: Falso/Verdadero, Selección múltiple con única respuesta, Selección múltiple con múltiple respuesta, Ordenamiento, Emparejamiento, Agrupamiento, Respuesta numérica libre, y Respuesta textual libre. Cuenta además con tres tipos de pregunta propios: Comparaciones sucesivas, Respuesta numérica asistida, y Respuesta textual asistida

El diseño completo del curso a partir de esta estructura se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1.** Diseño del curso

Módulo/Región	Concepto/Sector	Materiales/Objetos	Preguntas/Acertijos
Bosque de los conceptos previos	Motivación	2 Videos	1 Falso/Verdadero
	Términos, lectura, y representación de fracciones	2 Videos	3 Selección múltiple 2 Respuesta textual asistida 1 Emparejamiento 3 Agrupamiento
	Amplificación, simplificación, equivalencia y orden	2 Videos	2 Agrupamiento 2 Comparaciones sucesivas 2 Selección múltiple
Desierto de los múltiplos y los divisores	Múltiplos y Divisores	2 Videos	6 Falso/Verdadero 5 Selección múltiple 1 Respuesta textual asistida
Selva de los comunes	M.C.M.	2 Videos	5 Selección múltiple 3 Respuesta numérica asistida
	M.C.D.	2 Videos	5 Selección múltiple 2 Ordenamiento
Tundra de las sumas y	Fracciones homogéneas	2 Videos	4 Selección múltiple



restas			3 Respuesta textual asistida 1 Ordenamiento 1 Comparaciones sucesivas
	Fracciones heterogéneas I	2 Videos	2 Selección múltiple 1 Ordenamiento 1 Falso/Verdadero
	Fracciones heterogéneas II	2 Videos	2 Falso/Verdadero 3 Selección múltiple
Pantano de las aplicaciones	Aplicaciones	2 Videos	6 Selección múltiple 1 Comparaciones sucesivas 3 Respuesta numérica libre
	Final	2 Videos	1 Falso/Verdadero

En el caso de los materiales, se optó por realizarlos todos en formato video, bajo la hipótesis que ello permitiría reforzar la narrativa del juego respecto a la temática del fútbol: los expositores tienen las camisetas de los equipos respectivos, los escenarios son estadios, etc. Vale la pena mencionar además que cada video fue realizado por separado en castellano y en portugués buscando que los estudiantes de cada nacionalidad se sintieran familiarizados con los personajes correspondientes. Esto no significa que los estudiantes Colombianos no tuvieran acceso a los videos en portugués y viceversa. Por el contrario, ambas versiones se disponibilizaron para todos los estudiantes propiciando así el intercambio cultural. Una muestra de dichos videos se presenta en la figura 2. Entre tanto, la lista completa en la versión en castellano se puede acceder desde <https://www.youtube.com/user/eruditoJuegoEd>, mientras que para la versión en portugués desde <https://www.youtube.com/channel/UCEbuT9ihZc9lnV-uYxxByaw>.



**Figura 2.** Ejemplo de videos educativos en castellano (superior) y portugués (inferior)

Adicional a estos materiales, a lo largo del curso se les presentan a los estudiantes algunos datos curiosos relacionados al tema de las fracciones a modo de contenido extra. Algunos ejemplos de dichos datos son:

REIEC Volumen 11 N<sup>ro</sup> 2 Mes Diciembre  
Recepción: 02/01/2016

*Si das una vuelta completa a la Tierra por la línea del Ecuador, sólo habrás recorrido aproximadamente una décima parte de la distancia que hay entre la Tierra y la Luna.*

*Hay botellas de vino de 1 litro o de 2 litros, pero la mayoría son de 3/4 de litro.*

*De la superficie de nuestro planeta Tierra, las tres cuartas partes (3/4) están cubiertas por el agua de los mares y los océanos, mientras que sólo una cuarta parte (1/4) es "tierra".*

*¿Te has dado cuenta que  $1/2 < 3/4 < 5/6 < 7/8 < 9/10$  etc. y de que  $1/2 < 2/3 < 3/4 < 4/5 < 5/6$  etc.*

*Sólo 1/8 del hielo de un iceberg está por encima del agua. 7/8 están bajo el agua.*

### 3.2. Componentes lúdicos

Además de la metáfora utilizada, en la que el estudiante asume el rol de jugador recolectando objetos a través de los sectores, los cuales le facilitan resolver acertijos que a su vez le permiten avanzar entre las regiones, el juego incorpora componentes lúdicos adicionales. El primero de ellos es que la naturaleza multijugador le imprime gran dinamismo al juego. Como se muestra en la figura 2, cuando los estudiantes ingresan se encuentran dentro de un mundo virtual representados por un avatar con el que pueden interactuar en tiempo real con los demás estudiantes. Y no es solo que pueden ver las acciones de los demás en dicho mundo sino que pueden comunicarse con ellos por medio de chat globales, etiquetarlos como "amigos" para tener chats individuales, e incluso formar grupos para tener chats privados y tener la posibilidad de conocer la ubicación geográfica dentro del mundo de sus integrantes.



**Figura 3.** Muestra de interacción mediante avatares

Otro componente es que los acertijos, es decir las preguntas, se le presentan como un mini-juegos dentro del juego mayor. Dichos minijuegos transforman automáticamente las preguntas ingresadas por el profesor en juegos de mecánicas simples. Un ejemplo de ello se presenta en la figura 3 donde una pregunta de selección múltiple con múltiple respuesta se transforma en un juego de puntería donde el estudiante debe acertar únicamente a las latas que corresponden a la respuesta correcta. Así

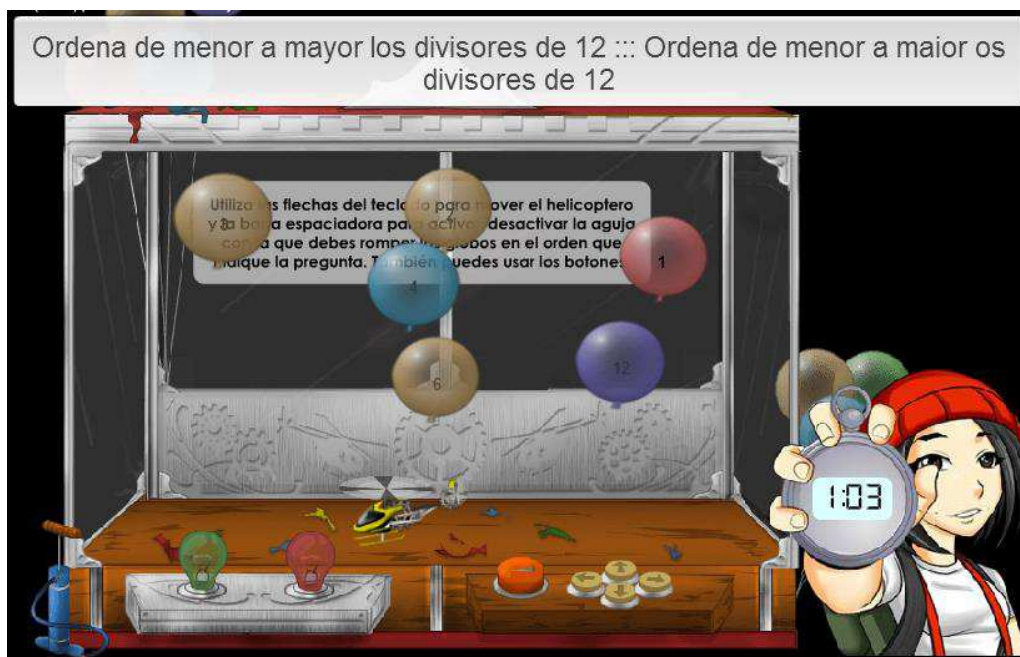
mismo en la figura 4 se presenta una pregunta de ordenamiento transformada en un juego de coordinación donde el estudiante debe reventar las burbujas en el orden correcto.

Un aspecto a resaltar es que todos los minijuegos suponen un ambiente desafiante y libre de riesgo de cara al estudiante. Esto pues la idea es que sienta satisfacción al hacerlo no solo por el hecho de responder bien sino también por ganarlo. Y respecto a que sea libre de riesgo lo que significa es que como en todo juego perder no es el fin del camino, es solo una oportunidad para intentarlo de nuevo. Eso no significa sin embargo que no haya consecuencias negativas al errar. De hecho, otro componente lúdico del juego es que cuenta con un sistema monetario denominado “Erus”. Al ganar un minijuego se obtienen Erus pero la cantidad obtenida depende tanto de la dificultad de la pregunta subyacente como de la cantidad de intentos fallidos. Con los Erus los jugadores pueden comprar artículos comprar ropa o vehículos con lo cual se explota otra de las características principales de los juegos: la personalización. La idea por detrás de esto es que los estudiantes se esfuercen por recolectar y estudiar los materiales que recogen, de tal forma que puedan resolver los minijuegos con pocos o ningunos errores y así obtener más Erus para comprar aquellos artículos que les den más status frente a sus compañeros.



**Figura 3.** Ejemplo de minijuego para una pregunta de selección múltiple





**Figura 4.** Ejemplo de minijuego para una pregunta de ordenamiento

Otro componente lúdico es que de la mano de los Erus, los jugadores obtienen puntos por resolverlos acertijos. La diferencia entre Eru y punto es que el primero se puede gastar en compras mientras que el segundo es netamente acumulativo. Dichos puntos se emplean para calcular la tabla de posiciones con la cual los estudiantes pueden medir su eficiencia en contraste con la de sus compañeros de clase.

### 3.3. Población y método de investigación

Para la aplicación del juego se contó con la participación de tres instituciones educativas, dos en Colombia específicamente en el municipio de Medellín del departamento de Antioquia y una en Brasil en el municipio de Novo Hamburgo del estado de Rio Grande do Sul. De Medellín participaron el Colegio Santa Bertilla Boscardín de carácter privado con 102 estudiantes, y la Institución Educativa Julio Cesar García de carácter público con 89 estudiantes. De Novo Hamburgo participó la Escola Municipal de Ensino Fundamental Monteiro Lobato de carácter público con 59 estudiantes. La figura 5 muestra parte de la evidencia fotográfica del trabajo con las tres instituciones. En los tres casos se trabajó con estudiantes de grado 5 con edades promedio entre los 10 y los 12 años.



**Figura 5.** Evidencia fotográfica de la experiencia en Santa Bertilla Boscardín (superior), Julio Cesar García (medio), y Monteiro Lovato (inferior)



El método de investigación utilizado siguió un diseño cuasi-experimental en el que la población de cada institución se dividió en dos grupos, uno de control y uno experimental. Es cuasi-experimental porque la selección de los estudiantes dentro de los grupos no se realizó de manera completamente aleatoria sino que se utilizaron los grupos (o turmas en el caso de Brasil) ya definidos dentro de las instituciones. Los dos grupos de las tres instituciones recibieron sus clases de matemáticas de forma normal, la diferencia entre los grupos de control y los experimentales es que los segundos tuvieron acceso al juego durante 6



semanas para afianzar sus conocimientos y habilidades en el tema de fracciones, mientras que los primeros contaron en ese mismo tiempo con tareas tradicionales (papel y lápiz).

### 3.4. Instrumentos

Considerando que la motivación de los estudiantes así como el bajo rendimiento académico, fueron los dos problemas conductores de este trabajo, se diseñó un experimento para determinar si la estrategia analizada surtía o no efecto en dichos aspectos. En el caso del rendimiento se utilizó un esquema de pre y post test para los grupos de control y experimental. El pre-test se realizó una semana antes de la intervención con el juego y el post-test una semana luego de ella. En ambos casos cada institución educativa diseñó una prueba de evaluación

siguiendo dos premisas. La primera que el contenido a evaluar fuera el mismo que el trabajado durante la intervención, es decir, el descrito en la tabla 1: lectura y representación de fracciones, amplificación, simplificación, equivalencia y orden, múltiplos y divisores, M.C.M., M.C.D., fracciones homogéneas, fracciones heterogéneas, y aplicaciones. La segunda que ambas pruebas (pre y post) fueran análogas. Es decir, no eran exactamente iguales pero su composición y dificultad si lo eran. Un ejemplo de algunas de las preguntas utilizadas en dicho proceso se muestra en la figura 6.


Cabe aclarar que en todos los casos las pruebas fueron diseñadas por el equipo de profesores involucrados y que cumplían con los estándares de calidad de las instituciones educativas.

En un entrenamiento, la selección brasilera gasta  $\frac{3}{5}$  de los litros de agua reservada para los entrenamientos. Al día siguiente gastan  $\frac{2}{7}$  del agua.

a. ¿Qué fracción de agua fue gastada en los entrenamientos?  
b. ¿Sobró o faltó agua?, Indique su resultado con una fracción.

---

Asocie el enunciado de la columna izquierda con la respuesta de la derecha:



a)  $\frac{4}{3}$  ( ) Três quintos.

b)  $\frac{5}{6}$  ( ) Fracción impropia.

c) 15 y 20 ( ) 5 es el numerador de la fracción.

d)  $\frac{3}{5}$  ( ) Son números primos.

e) 7 y 13 ( ) 5 es su máximo comun divisor.

f) 1, 2, 3, 4, 6 y 12 ( ) Son los divisores de 12

---

En la palabra FÚTBOL:

a. Determine la fracción que indica la cantidad de vocales con respecto al total de letras.  
b. Determine la fracción que indica la cantidad de consonantes con respecto al total de letras.  
c.Cuál de las dos fracciones es mayor?

**Figura 6.** Ejemplo de preguntas en los test de rendimiento

En el caso de la motivación, dos de las tres instituciones, las dos de Colombia, aplicaron la encuesta de percepción de diez preguntas presentada en la tabla 2 una vez terminado el experimento. Cada pregunta debía ser contesta por el estudiante en una escala tipo Likert del uno al cinco, siendo en uno la calificación más baja y cinco la más alta.

**Tabla 2.** Encuesta de percepción de los estudiantes

Pregunta	Formulación
1	¿En general, cuál es tu nivel de interés en la asignatura?
2	¿Qué tan agradables te parecen las clases?
3	¿Qué tal te ha parecido la metodología seguida hasta el momento en la clase?

4	¿Sugerirías que se emplee la misma metodología de clase en otras asignaturas?
5	¿Hasta el momento sientes que has aprendido los temas de clase?
6	¿La interacción con tus compañeros de clase ha influido en tu aprendizaje durante esta clase?
7	¿La forma en que se han presentado los contenidos de la clase ha sido agradable?
8	¿La forma en que se han evaluado los contenidos de la clase ha sido agradable?
9	¿Has dedicado suficiente tiempo y esfuerzo para estudiar esta asignatura?
10	¿Esperas obtener una calificación alta en esta asignatura?

Un instrumento adicional también fue utilizado para cuantificar la motivación de los estudiantes que participaron del experimento, ya no desde su propia percepción, sino desde una mirada externa: los padres de familia. Para ello se empleó la encuesta de tres preguntas presentada en la tabla 3 la cual fue aplicada en dos de las tres instituciones: Julio Cesar García y Monteiro Lobato.

**Tabla 3.** Encuesta de percepción de los padres de familia

Pregunta	Formulación
1	¿Su hijo(a) discutió el experimento en casa? Si ( ) No ( ) En caso afirmativo, ¿Cuáles fueron los comentarios más comunes?
2	¿Su hijo(a) tuvo una actitud positiva o mejor a lo normal en relación a sus estudios en matemáticas durante este periodo? Si ( ) No ( ) En caso afirmativo, ¿Qué destaca de dicha actitud?
3	¿Gustaría que su hijo(a) participara en el futuro de experimentos similares a este? Si ( ) No ( ) ¿Por qué?

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del pre-test de rendimiento, realizado para medir la homogeneidad entre los grupos de control y experimental de cada institución antes de comenzar el experimento, se presentan en la tabla 4. Al margen de los valores absolutos obtenidos, y de que cada institución era autónoma tanto para el diseño de la prueba empleada como para su procedimiento de calificación, los estadísticos obtenidos dan cuenta de que en efecto para los tres casos el rendimiento inicial de los grupos era semejante. En el caso de las instituciones Julio Cesar García y Monteiro Lovato hubo una pequeña diferencia a favor del grupo de control, mientras que en Santa Bertilla Boscardín fue a favor de del grupo experimental. Sin embargo, el valor  $P$  al comparar las medias muestrales fue en todos los casos superior a un nivel alfa de 0.05. Lo anterior permite afirmar, con un 95% de significancia, que dichas diferencias no son significativas en ninguno de los casos.

**Tabla 4.** Resumen de resultados del pre-test

Institución educativa	Grupo	N	Media	Desv. Est.	Diferencia	$t$	Valor $P$
Julio Cesar Garcia	Control	43	0,98	0,37	-0,06 (-6,53%)	0,8096	0,4203
	Experimental	46	0,92	0,38			
Santa Bertilla Boscardín	Control	42	2,38	0,81	0,27 (11,45%)	16,785	0,0963
	Experimental	60	2,65	0,79			
Monteiro Lovato	Control	31	2,12	0,78	-0,12 (-5,63%)	0,5243	0,6022
	Experimental	23	2,00	0,86			

Como se explicó en la sección anterior, una vez terminado el experimento se volvió a medir el rendimiento de los estudiantes con una prueba análoga a la del pre-test. Los resultados de dicho post-test se presentan en la tabla 5. Esta vez, al analizar el valor  $P$  se puede afirmar para el caso de las instituciones Julio Cesar García y Santa Bertilla Boscardín que hay una diferencia estadística con un nivel de significancia superior al 99% a favor de los grupos experimentales.

En el caso de la institución Monteiro Lovato dicha diferencia no es estadísticamente significativa. Nótese sin

embargo en las tablas 4 y 5 que para esta institución se pasó de una diferencia a favor del grupo de control cercana al 6% en el pre-test, a una diferencia a favor del grupo experimental en el post-test cercana al 9%.

Lo que estos resultados demuestran, no habiendo otra discrepancia entre los grupos de control y experimental aparte del uso del juego, es que precisamente los estudiantes que interactuaron con el juego lograron un mayor rendimiento académico respecto a sus pares que no lo hicieron.

**Tabla 5.** Resumen de resultados del post-test

Institución educativa	Grupo	N	Media	Desv. Est.	Diferencia	$t$	Valor $P$
Julio Cesar Garcia	Control	43	2,05	1,03	0,84 (40,7%)	44,370	<0,001
	Experimental	44	2,89	0,70			
Santa Bertilla Boscardín	Control	42	3,46	0,83	0,64 (18,38%)	40,222	<0,001
	Experimental	60	4,10	0,72			
Monteiro Lovato	Control	35	2,27	0,92	0,2 (8,87%)	0,777	0,4403
	Experimental	24	2,47	1,01			

Para complementar el análisis anterior, en la tabla 6 se presentan las diferencias tanto absolutas como porcentuales

entre el pre y el post test para los grupos de control y experimental de las tres instituciones. Como se esperaba,

en los seis grupos hubo una mejoría al realizar las actividades educativas sobre el tema tratado. Lo que resulta interesante es que dicha mejoría es mayor para las tres instituciones en el caso del grupo experimental.

Tabla 6. Comparación pre vs. post test

Institución educativa	Control	Experimental
Julio Cesar Garcia	1,07 (109,13%)	1,97 (214,79%)
Santa Bertilla Boscardín	1,09 (45,69%)	1,45 (54,75%)
Monteiro Lobato	0,15 (6,9%)	0,47 (23,34%)

Ahora, respecto a la encuesta de percepción realizada a los estudiantes, en la figura 7 se muestran las medias de las 10 preguntas y su comparación entre los grupos de control y experimental en las dos instituciones que la realizaron. Si bien en todos los casos las valoraciones dadas por los estudiantes son positivas, esto es, iguales o superiores a 4 en 38 de los 40 valores, nótese que en la totalidad de las 10 preguntas en ambas instituciones hay una diferencia a favor del grupo experimental. Nótese también que en general, las valoraciones brindadas en la institución Santa Bertilla Boscardín son superiores a las de Julio Cesar García cuando se comparan los grupos correspondientes. Dicha diferencia puede deberse al mayor rendimiento exhibido en general en el primer caso.

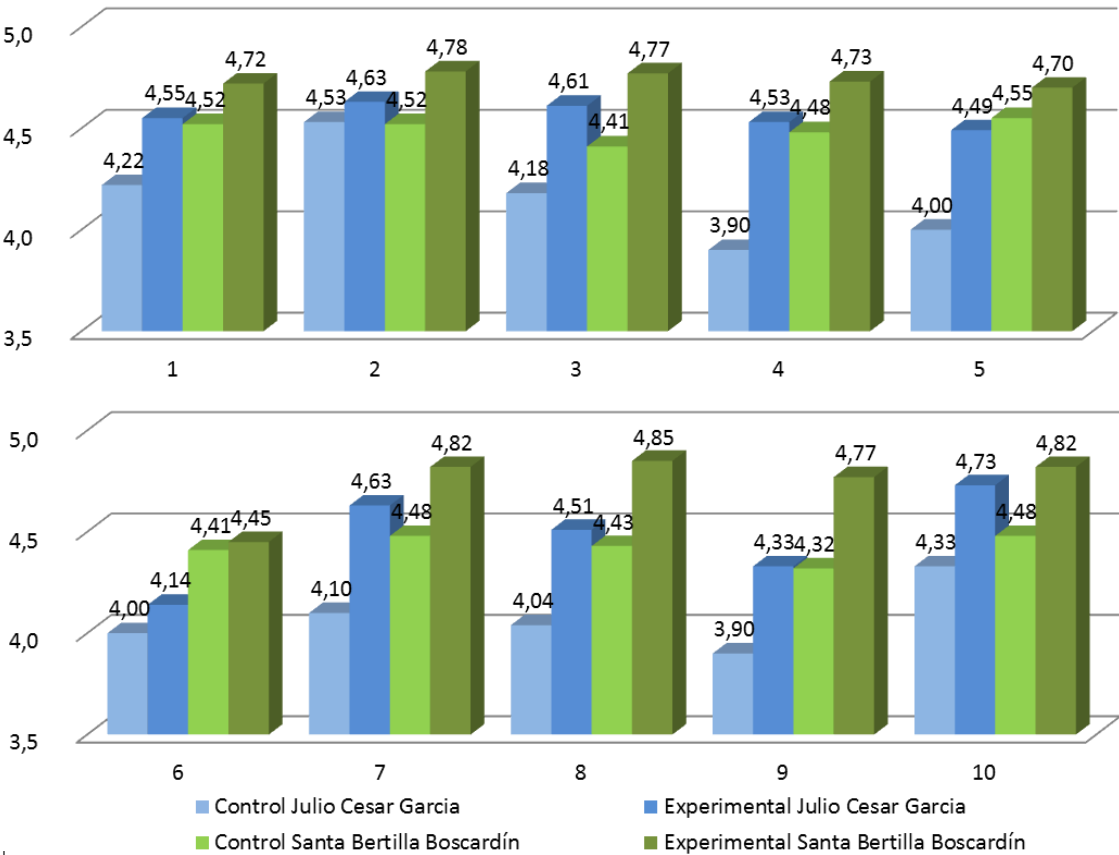


Figura 7. Resumen de la encuesta de percepción, preguntas 1 a 5 (superior), preguntas 6 a 10 (inferior)

Finalmente, en la tabla 7 se muestran los resultados de la encuesta de percepción realizada a los padres de familia de los estudiantes de los grupos experimentales. Tal como puede observarse, incluso aunque en una de las instituciones la participación de los padres fue baja, la mayoría de las respuestas recibidas fue positiva, siendo para las tres preguntas superior o igual al 75%. Adicional a los datos cuantitativos, algunas de las respuestas libres brindadas por los padres dan cuenta de un cambio actitudinal positivo de los estudiantes, la cual trasciende las aulas de clase y permea el ambiente familiar. Algunas de tales respuestas se presentan a continuación.

Pregunta 1: “dijo que era un proyecto muy bueno y lo quisiera seguir desarrollando más seguido”; “Si, fue muy bueno compartir con alumnos de otros países”

Pregunta 2: “él estaba muy entusiasmado”; “estudió más”

Pregunta 3: “mi hija adquiriría muy buenos conocimientos y tendría muy lindas experiencias en el camino de su formación académica, algo especial que no todos los estudiantes tendrían”

Tabla 7. Resumen de la encuesta a los padres de familia

Institución educativa	N	Pregunta 1			Pregunta 2			Pregunta 3		
		Si	No	S/R*	Si	No	S/R*	Si	No	S/R*

<i>Julio Cesar Garcia</i>	43 (98%)*	39 (91%)	4 (9%)	0 (0%)	34 (79%)	4 (9%)	5 (12%)	42 (98%)	1 (2%)	0 (0%)
<i>Monteiro Lobato</i>	8 (33%)*	8 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	6 (75%)	2 (25%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	0 (0%)

\* El porcentaje es calculado respecto a la cantidad de estudiantes

\*\*Sin Respuesta

## CONCLUSIONES

Siendo conscientes de las deficiencias que presentan en matemáticas los estudiantes de educación básica en Latinoamérica, y que las razones de ello son numerosas y variadas, nuestro aporte ante esta problemática fue el diseño y validación de una estrategia didáctica dentro de esta área del conocimiento a partir del juego digital. Más específicamente, se desarrolló un curso sobre suma y resta de fracciones para estudiantes de grado 5, empleando para ello la plataforma Erudito que permite la transformación de ese curso en un juego en línea multi-jugador.

Al realizar su validación, en la que participaron tres instituciones diferentes, dos en Colombia y una en Brasil, hubo evidencias que demuestran las bondades de este enfoque. Particularmente, al emplear un diseño cuasi-experimental con grupos de control y experimentales, se encontró en los tres casos diferencias en el rendimiento académico a favor de los grupos experimentales, es decir aquellos que hicieron uso del juego, existiendo en dos de ellas incluso una significancia estadística.

Pero las diferencias no fueron solamente en términos del rendimiento. Al realizar encuestas de percepción a los estudiantes de ambos grupos en dos de las tres instituciones se encontró en general una mejor actitud de los estudiantes hacia la matemática, hacia la interacción con sus compañeros y hacia la metodología de aula empleada en el caso de los grupos experimentales.

Adicionalmente, se realizó otra encuesta de percepción, esta vez para los padres de familia, en la que nuevamente participaron dos de las tres instituciones y donde pudo observarse que dichas diferencias actitudinales no solo se reflejaban en las aulas de clase sino también en los hogares.

Parte de la explicación de este fenómeno, y que consideramos un elemento clave durante la experiencia, expresado tanto por los estudiantes como por los docentes, fue la competición. Según lo observado durante las sesiones del experimento, parece ser que el hecho de saber que en la práctica de aula no solo participan los compañeros de la propia institución sino de otras e incluso de otros países, produjo un impulso adicional de la motivación. Más aún, cuando dicha competición sobrepasa el ámbito de la propia institución, dicha competencia cobra un matiz adicional en el sentido que produce un sentimiento de cohesión de grupo, estableciendo relaciones de colaboración. Muchos estudiantes por ejemplo asumieron el rol de tutores para algunos de sus compañeros pues querían ver a su institución, no solo a sí mismos, en los primeros lugares de la tabla de posiciones.

Finalmente, y como un hallazgo alterno, vale la pena mencionar que este tipo de experiencias permiten no solamente impactar de forma positiva el rendimiento académico y la motivación en el campo de matemáticas sino también capacidades claves en la formación de los estudiantes. En nuestro caso particular, la interacción entre los estudiantes propició el intercambio cultural, el respeto a

los otros, e incluso un poco de aprendizaje de idiomas dada la coexistencia dentro del juego de castellano y portugués.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento a las instituciones educativas, directivos y estudiantes que participaron en este estudio. En particular, agradecemos profundamente a los docentes Verónica Valderrama Gómez, Odis Javier Muñoz Zambrano, Cidonia Busatta y Larissa Weyh Monzon Hedler.

De igual forma, es importante mencionar que parte de la investigación presentada fue financiada por recursos del patrimonio autónomo fondo nacional de financiamiento para la ciencia, la tecnología y la innovación, Francisco José de Caldas (Colciencias) mediante el proyecto “Apoyo al proceso educativo en ciencias básicas para primaria y secundaria a partir de un enfoque de aprendizaje basado en juegos digitales”, código 1118-628-38726, así como por el proyecto CAPES No. 004/2013.

## REFERENCIAS

Aguilera, Andrés; Fúquene, Camila; Ríos, William. (2014). Aprende jugando: el uso de técnicas de gamificación en entornos de aprendizaje. *ImPertinente*, 2(1), 125-143.

Borys, Magdalena & Laskowski, Maciej. (2013). Implementing Game Elements into Didactic Process: A Case Study. In *Proceedings of the Management, Knowledge and Learning International Conference*. Zadar, Croacia, 819-824.

Brunner, J. (2013). Prueba Pisa: ¿por qué a los países de América Latina les va tan mal? BBC Mundo, 5 de diciembre. En: <http://goo.gl/Gyryff>

Burgers, Christian; Eden, Allison; van Engelenburg, Mélisande; Buningh, Sander. (2015). How feedback boosts motivation and play in a brain-training game. *Computers in Human Behavior*, 48, 94-103.

Cortizo, José; Carrero, Francisco; Monsalve, Borja; Velasco, Andrés; Díaz, Luis; Pérez, Joaquín. (2011). Gamificación y Docencia: Lo que la Universidad tiene que aprender de los Videojuegos. En *Memorias de las VIII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria*. Madrid, España, 1-8.

Cuenca, J., Martín, M. (2010). La resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias sociales a través de videojuegos. *Iber: Didáctica de las ciencias sociales, geografía e historia*, 63, 32-42.

Dávila, Alirio (2007). Efectos de algunas tecnologías educativas digitales sobre el rendimiento académico en matemáticas. *Compendium*, 10(18), 21-36.



- De Grove, F., Bourgonjon, J., Van Looy, J. (2012). Digital games in the classroom? A contextual approach to teachers' adoption intention of digital games in formal education. *Computers in Human Behavior*, 28(6), 2023-2033.
- Del Moral, M., & Fernández García, L. (2015). Videojuegos en las aulas: implicaciones de una innovación disruptiva para desarrollar las Inteligencias Múltiples. *Revista Complutense de Educación*, 26, 97-118.
- De-Marcos, Luis; Domínguez, Adrián; Saenz-de-Navarrete, Joseba; Pagés, Carmen. (2014). An empirical study comparing gamification and social networking on e-learning. *Computers & Education*, 75, 82-91.
- Domínguez, Adrián; Saenz-de-Navarrete, Joseba; de-Marcos, Luis; Fernández-Sanz, Luis; Pagés, Carmen; Martínez-Herráiz, J. (2013). Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Computers & Education*, 63, 380-392.
- Eguia, J., Contreras, R., Solano, L. (2012). Videojuegos: Conceptos, historia y su potencial como herramienta para la educación. *3C TIC, cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 2, 29-42.
- Emin-Martinez, V. Ney, M. (2013). Supporting Teachers in the Process of Adoption of Game Based Learning Pedagogy. En: Proceedings of European Conference on Games Based Learning. Porto, Portugal. pp.156-162.
- Gallardo, J. González, J., Quispe, W. (2008), Interpretando la comprensión matemática en escenarios básicos de valoración. Un estudio sobre las interferencias en el uso de los significados de la fracción. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 11(3), 355-382.
- Gálvez, M. (2006). Aplicaciones de los videojuegos de contenido histórico en el aula. *Icono14*, 4(1), 217-230.
- Gee, J. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. New York: Palgrave/Macmillan.
- Hanus, Michael & Fox, Jesse. (2015). Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Computers & Education*, 80, 152-161.
- Hincapié, C. (2011). *Construyendo el concepto de fracción y sus diferentes significados, con los docentes de primaria de la Institución Educativa San Andrés de Girardota*. Trabajo final de maestría, Universidad Nacional de Colombia.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V. & Freeman, A. (2014). NMC Horizon Report: 2014 K-12 Edition. Austin, TX: New Media Consortium.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V. & Freeman, A. (2015). NMC Horizon Report: 2015 K-12 Edition. Austin, TX: New Media Consortium.
- Moreno, J., Montaña, E., Montoya, L. (2012). Creación y monitoreo de video juegos educativos multi-jugador masivos en línea. *Memorias de la Séptima Conferencia Latinoamericana de Objetos y Tecnologías de Aprendizaje (LACLO)*. Guayaquil, Ecuador.
- Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Matemáticas - Serie lineamientos curriculares*. Bogota: Ministerio de Educación Nacional Ed.
- Mullis, I., Martin, M., Foy, P., Olson, J., Preuschoff, C., Erberber, E., Arora, A., Galia, J. (2008). *TIMSS 2007 International Mathematics Report*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Obando, G., Vanegas, M., Vásquez, N. (2006). *Pensamiento numérico y sistemas numéricos*. Medellín: Universidad de Antioquia Eds.
- OCDE. (2007). *Factbook OCDE 2007, estadísticas económicas, ambientales y sociales*. Bogota, Colombia: Mayol Ediciones.
- OCDE. (2014). Resultados de PISA 2012 en Foco: Lo que los alumnos saben a los 15 años de edad y lo que pueden hacer con lo que saben. En: [http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA2012\\_Overview\\_ESP-FINAL.pdf](http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA2012_Overview_ESP-FINAL.pdf)
- Olfos, R. & Guzmán, I. (2011). Dificultades en el aprendizaje de las fracciones y el conocimiento del profesor. En *Memorias de la XIII Conferencia Interamericana de Educación Matemática*, Recife, Brasil.
- Perera, P. & Valdemoros, M. (2007). Propuesta didáctica para la enseñanza de las fracciones en cuarto grado de educación primaria. En *Memorias del Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática*. La laguna, España. 209-218.
- Pruzzo, V. (2012). Las fracciones: ¿problema de aprendizaje o problemas de la enseñanza? *Pilquen*, 8, 1-14.
- Secretaria de Educação Fundamental. (1997). *Parâmetros curriculares nacionais: Introdução aos parâmetros curriculares nacionais*. Brasília: MEC/SEF.
- Shapiro, J., SalenTekinbaş, K., Schwartz, K., Darvasi, P. (2014). *MindShift Guide to Digital Games and Learning*. New York: Games and Learning Publishing Council.
- Simões, Jorge; Díaz, Rebeca; Fernández, Ana. (2013). A social gamification framework for a K-6 learning platform. *Computers in Human Behavior*, 29(2), 345-353.
- Valdemoros, M. E. (2001). Las fracciones, sus referencias y los correspondientes significados de unidad: estudio de casos. *Educación Matemática*, 13(1), 51-67.
- Valdemoros, M. E. (2004). Lenguaje, fracciones y reparto. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 7(3), 235-256.

**Julián Moreno Cadavid**

Es Ingeniero de Sistemas e Informática por la Universidad Nacional de Colombia, así como Magíster en Ingeniería de Sistemas y Doctor en Ingeniería por la misma Universidad. Es también *Doutor em Informática na Educação* por la *Universidade Federal do Rio Grande do Sul* en Brasil. Actualmente se desempeña como profesor asistente en la Universidad Nacional de Colombia donde dirige el grupo de investigación en informática educativa – GUIAME al tiempo que es miembro del grupo de investigación y desarrollo en inteligencia artificial – GIDIA. Sus áreas de investigación abarcan los sistemas educacionales inteligentes y adaptativos, el aprendizaje basado en juegos digitales, los objetos de aprendizaje, las herramientas de autor, entre otros.