

Harry Potter y la enseñanza de las matemáticas; una experiencia de gamificación en secundaria

Apolo Castañeda¹ y Ariene Lucero Hernández Huerta²

RESUMEN

Teniendo en cuenta que la enseñanza de los números con signo constituye un desafío en el estudio de las matemáticas, el propósito de este capítulo es examinar las oportunidades pedagógicas que la gamificación brinda para la comprensión de los números enteros, todo ello enmarcado en el universo de Harry Potter. Bajo el paradigma del constructivismo social y desde una perspectiva emergente, se elaboró un ambiente gamificado que integra cuatro categorías de situaciones; estas engloban el lenguaje, representación y contextualización de los números con signo. Los hallazgos indican que los estudiantes fueron capaces de asociar conceptos abstractos con escenarios concretos, evidenciando su habilidad en la interpretación lingüística, representación numérica y ejecución de operaciones aritméticas. Como conclusión, se observa que las actividades gamificadas brindan contexto y enriquecen la comprensión de conceptos matemáticos abstractos, fomentando simultáneamente el pensamiento crítico, el debate y la resolución de problemas, resaltando así la aplicabilidad de las matemáticas en escenarios cotidianos.

PALABRAS CLAVE

Gamificación, Números con signo, Secundaria, Resolución de problemas.

¹ acastane@ipn.mx

Instituto Politécnico Nacional

<https://orcid.org/0000-0002-7284-8081>

² hernandezariene_a@ensem.edu.mx

Escuela Normal Superior del Estado de México

<https://orcid.org/0009-0004-2009-7986>

ANTECEDENTES

El estudio de los números negativos en los primeros años de secundaria plantea desafíos educativos, marcados por la peculiaridad y la *percepción negativa* inherente a estos números. A menudo, los números negativos son presentados en un lenguaje que sugiere que son algo a evitar o que desafían el sentido común. Esta caracterización desafortunada puede distorsionar la comprensión que los estudiantes tienen de estos números. Esta percepción no es un fenómeno reciente; hay evidencia histórica que afirma que en los siglos XVI y XVII, matemáticos como Stifel y Cardano los catalogaban como “absurdos” o “ficticios”. De hecho, tal como lo señala Ruíz (2002), Cardano llegó a obtener números negativos en algunas ecuaciones, pero se negaba a considerarlos como números en sí mismos. De manera similar, Vieta los descartó completamente, mientras que Pascal expresaba que no tenía sentido restar 4 a 0, haciendo eco de la visión dominante de la época.

La enseñanza de los números negativos representa un reto particular en la educación, ya que estos números trascienden la experiencia cotidiana de los estudiantes, y los métodos comunes para introducirlos pueden resultar forzados o difíciles de entender. En estudios fundadores como el de Peled et al. (1989) se señala que, a diferencia de los enteros positivos, la comprensión de los números negativos no puede ser directamente derivada de la experiencia física, esto plantea la cuestión de si los niños pueden aprender números negativos sólo como un sistema formal. Aunque el uso de situaciones reales, como ganar y perder dinero, podrían parecer una forma intuitiva y relevante de enseñar los números negativos, no siempre es efectiva. Whitacre et al. (2014) argumentan que algunos problemas planteados en estos contextos pueden resolverse sin utilizar números negativos en absoluto. Este hallazgo cuestiona la eficacia de los enfoques didácticos convencionales para enseñar los números negativos, ya que las investigaciones muestran que los estudiantes a menudo enfrentan dificultades al tratar de conectar estos conceptos con los contextos propuestos y no siempre logran comprender la idea de los números negativos de una manera natural y coherente.

Por otra parte, la comprensión de los números negativos se encuentra en una tensión notable con el conocimiento previo de los números enteros, lo que genera dificultades en su entendimiento. Bofferding (2018) destaca que estas dificultades a menudo emergen como aparentes contradicciones al realizar operaciones aritméticas. Por ejemplo, en el contexto de los números naturales, los estudiantes tienden a interpretar la suma como “tener más” y la sustracción como “tener menos”. Sin embargo, en el contexto de los números enteros, estos significados pueden cambiar dependiendo del signo del entero que se suma o resta. Se pueden encontrar interpretaciones como “tener más positivo” o “tener más negativo”, y la sustracción se puede entender como “tener menos positivo” o “tener menos negativo” (Bofferding, 2014).

El desafío de comprender los números negativos va más allá de las interpretaciones de las operaciones básicas como suma y sustracción. De acuerdo con Whitacre et al. (2017), las dificultades son particularmente notables cuando los estudiantes se encuentran con comparaciones entre números negativos, contrastando con situaciones que involucran números positivos o una combinación de positivos y negativos. Bofferding y Farmer (2019) profundizan en esta idea argumentando que incluso la estructura de una pregunta puede influir profundamente en el razonamiento y las respuestas de los estudiantes. En su estudio observaron que, mientras los estudiantes podían fácilmente identificar la temperatura más alta entre tres números enteros positivos, enfrentaban obstáculos considerables al tratar de seleccionar la temperatura más fría de una mezcla de números enteros positivos y negativos.

Las dificultades y problemáticas en la enseñanza y el aprendizaje de los números negativos han llamado la atención de diversos investigadores. Estos han documentado errores característicos que los estudiantes cometen, tales como ignorar signos o tratar los números negativos como si fueran equivalentes a cero. Uno de los problemas más notables, como señala el trabajo de Peled et al. (1989), reside en la notación de los números con signo y en cómo se manejan situaciones donde se encuentran juntos los signos más y menos. En estudios más recientes, como el de Jiang et al. (2014), se ha analizado la problemática desde el punto de vista de la disposición espacial del signo negativo y el efecto que tiene en la interpretación conceptual de las operaciones.

Esto pone de relieve que una de las dificultades recurrentes en el estudio de los números negativos es la inadecuada interpretación del signo menos. A pesar de su aparente simplicidad, el signo menos puede dar lugar a múltiples errores que se prolongan en todas las áreas de las matemáticas. Un problema muy común se observa cuando los estudiantes mueven, eliminan o agregan de manera incorrecta un signo negativo, o realizan una resta cuando se indica una suma, y viceversa. Este problema puede originarse en la dualidad del signo menos, que puede denotar tanto una sustracción como un número negativo. Esta complejidad que subyace en el manejo de los números con signo refleja la necesidad de abordar con cuidado estas cuestiones en la enseñanza de las matemáticas. En las clases de secundaria es común encontrar la problemática de tener que aceptar que los números negativos son menores que cero, especialmente cuando el cero se asocia con *nada* y, por ende, los negativos son interpretados como *menos que nada*. Esta problemática ha sido documentada en trabajos como los de Bofferding y Farmer (2018), y Bofferding (2014), donde se describe el desafío que enfrentan los estudiantes al comparar números enteros a través de los conceptos *mayor que* y *menor que*. Estos conceptos, enseñados en los primeros años de

primaria, pueden verse trastocados con la introducción de los números negativos.

Los estudiantes a menudo enfrentan problemas al representar valores negativos. Por ejemplo, al resolver operaciones como $3 - 5$, pueden optar por responder “cero” o intercambiar los números y responder *dos* (Bofferding, 2010; Murray, 1985; Peled, et al., 1989). También se ha observado que los niños suelen inventar secuencias no estándares pero estables, para los números negativos, como agregar una palabra distintiva antes de pronunciar el número negativo, como *cero* (Bofferding, 2019), o incluso establecer un *cero negativo* en su secuencia de números negativos (Bofferding, 2014; Bofferding et al., 2018). Esta inclusión de elementos que no existen en el sistema numérico estándar refleja la lucha de los estudiantes por comprender la naturaleza de los números negativos y su ubicación en relación con el cero en la recta numérica.

Bofferding (2019) identifica tres aspectos cruciales que pueden guiar la enseñanza de los números enteros. Primero, es importante examinar cómo la instrucción en la interpretación de las operaciones con enteros afecta las concepciones de los estudiantes acerca del orden, el valor y los símbolos de estos números. Esto significa someter a reflexión cómo nuestra metodología de enseñanza puede transformar la forma en que los estudiantes comprenden y emplean los números enteros. Segundo, la introducción temprana de la idea de la resta, entendida especialmente como una diferencia o distancia dirigida, podría moldear favorablemente el modo en que los estudiantes se aproximan a los números enteros. Este enfoque podría no solo mejorar la comprensión, sino también conectar la resta con conceptos más avanzados. Tercero, se destaca la importancia del lenguaje utilizado en la enseñanza de las matemáticas. Una sutil alteración en la terminología, como referirse a la suma como “obtener más positivo” en lugar de simplemente “obtener más”, puede tener repercusiones profundas en la manera en que los estudiantes asimilan y aplican conceptos matemáticos. Este cuidado en el uso del lenguaje puede fortalecer su habilidad para adaptarse a formas de razonamiento más complejas a medida que progresan en su educación matemática.

Los tres aspectos previamente destacados constituyen la base conceptual para el diseño de una actividad didáctica enfocada en el estudio de los números con signo. Esta propuesta se alinea con la perspectiva didáctica sugerida por Bofferding et al. (2018), que subraya la implementación del juego como una estrategia capaz de revolucionar la enseñanza de los números negativos. A modo de ejemplo, Bofferding y Hoffman (2014) desarrollaron una reveladora investigación con estudiantes de primer grado. En ella evidenciaron que los alumnos, tras una actividad en la que debían enunciar números mientras avanzaban en un juego de mesa con casillas etiquetadas de -10 a 10 , mostraron avances notables en el conteo regresivo desde el

número 10. Este descubrimiento resalta el potencial del aprendizaje basado en juegos como instrumento eficaz para favorecer la comprensión de los números negativos en los estudiantes.

Este enfoque lúdico podría ser la clave para ayudar a los estudiantes a superar los obstáculos conceptuales que presentan los números negativos, permitiéndoles experimentar y explorar dichos conceptos en un entorno más intuitivo y menos abstracto. La combinación de estas estrategias lúdicas y un enfoque didáctico que atienda la naturaleza de los números con signo podría allanar el camino hacia una comprensión más sólida de los números enteros en los primeros años de la educación secundaria.

PLANTEAMIENTO

Este estudio propone una intervención educativa mediante la gamificación, una técnica que va más allá del uso simple de juegos, pues aprovecha las estructuras y componentes fundamentales de los juegos para enriquecer y abordar actividades didácticas (Kim, et al., 2018). Siguiendo la definición propuesta por Deterding, et al. (2011), la gamificación se define como la aplicación de elementos de juegos en contextos no lúdicos, subrayando que no es una actividad aislada, sino una estrategia integradora. La gamificación comprende una variedad de procesos sistemáticos y actividades que pueden ser adaptadas a las necesidades educativas. Este enfoque brinda una perspectiva innovadora en el estudio de los números enteros, mediante actividades que hacen la matemática más accesible y atractiva para los estudiantes.

Si bien, textos como el de Bofferding, et al. (2018) señalan que el juego permite a los estudiantes explorar y experimentar con los números, la gamificación ofrece una integración de actividades y tareas que permiten articular secuencias flexibles; esto permite que los participantes puedan elegir y personalizar sus propias rutas de acuerdo con los estilos y experiencias. Por otra parte, la retroalimentación inmediata y la autogestión en su proceso de estudio contribuyen a asumir la responsabilidad sobre sus acciones.

Kim et al. (2018) destacan que la gamificación, debido a su carácter lúdico y atractivo, incrementa la participación y el compromiso de los estudiantes en el aula. A pesar de que persiste un debate sobre la eficacia de la gamificación en la educación, diversos investigadores, incluyendo a Smith y Baker (2011), Sitzmann (2011) y Su y Cheng (2015), han evidenciado que esta estrategia puede fortalecer el rendimiento en el aprendizaje. Los beneficios no se limitan a la mejora en las habilidades de pensamiento de orden superior, conocimiento declarativo y procedimental, y rendimiento en pruebas, la gamificación también ha demostrado ser una herramienta poderosa para inducir cambios positivos en los aspectos psicológicos y de comportamiento de los estudiantes, aumentando así su motivación y compromiso, lo cual se refuerza su desempeño académico.

El objetivo de este trabajo es diseñar e implementar un conjunto de actividades en un entorno de gamificación, con el fin de apoyar la comprensión y conceptualización del signo negativo, tanto en su uso para denotar una sustracción. La estrategia se centra en fomentar una representación visual de los números negativos en la recta numérica, destacando su relación con el cero y con los números positivos. Se pretende desafiar la idea convencional de que la suma y resta siempre representan “tener más” o “tener menos”. En su lugar, el enfoque está dirigido a motivar una interpretación más rica y matizada, como “tener más positivo”, “tener más negativo”, “tener menos positivo”, y “tener menos negativo”. Adicionalmente, se busca fomentar la comparación de los números negativos entre sí y con los números positivos. Esto incluye la introducción de un lenguaje más preciso y apropiado para describir las operaciones con números negativos. De esta forma, el trabajo aspira a brindar una perspectiva más diversificada de la matemática, enriqueciendo la comprensión de los estudiantes respecto a las operaciones con números negativos.

El enfoque didáctico que se propone busca incrementar el compromiso activo de los estudiantes, sumergiéndolos en una experiencia educativa inmersiva e interactiva. Esta se basa en alcanzar objetivos específicos, tanto individualmente como en grupo (Kim, et al., 2018). Un componente clave en las estrategias de gamificación, como señalan diversos estudios, es el factor de diversión. Esto se entiende no sólo como la consecución de metas y recompensas, sino también como un estado emocional positivo que el estudiante puede experimentar durante o después de una actividad. De hecho, esta emoción placentera puede surgir de la propia experiencia, independientemente de las recompensas externas que puedan obtenerse. Lo que hace especial a la gamificación es que no se limita a ofrecer diversión, pues es ante todo, una metodología de enseñanza que potencia la motivación y que puede mejorar significativamente el rendimiento académico.

PERSPECTIVA TEÓRICA

Para el desarrollo de esta investigación se ha adoptado la teoría basada en el constructivismo social, llamada “perspectiva emergente”, la cual considera el aprendizaje como un proceso tanto individual como social, es decir, integra una base constructivista y otra interaccionista (Cobb & Yackel, 1996). El fundamento constructivista asume que el aprendizaje es un proceso en el que los estudiantes construyen activamente su conocimiento a través de la interacción con su entorno. De acuerdo con esta perspectiva, el aprendizaje no es simplemente una transmisión pasiva de información, sino que implica una serie de reorganizaciones cognitivas en la mente del estudiante. Estas reorganizaciones son autorreguladas, lo que significa que el propio estudiante está involucrado en el proceso de construcción y reconstrucción de su cono-

cimiento a medida que interactúa con nuevas ideas y experiencias. Por otra parte, el fundamento interaccionista destaca la importancia de las interacciones sociales en el proceso de aprendizaje. De acuerdo con esta perspectiva, el aprendizaje se logra en la interacción social a través de la comunicación y la colaboración con otras personas. Las interacciones sociales proporcionan oportunidades para el intercambio de ideas, la resolución conjunta de problemas y la construcción compartida de conceptos.

Sin embargo, la perspectiva emergente del constructivismo social busca ir más allá de la dicotomía del aprendizaje como un proceso puramente individual o de interacción con otras personas y el entorno. Esta perspectiva reconoce que el aprendizaje es un proceso interconectado que involucra tanto aspectos individuales como sociales, lo que significa que los estudiantes no solo adquieren conocimientos a través de su propia reflexión y construcción interna, sino que también se ven influenciados por las interacciones con otros y el contexto social en el que se encuentran. Desde este enfoque, los estudiantes son considerados como agentes activos que reorganizan su aprendizaje a medida que participan en interacciones sociales y contribuyen al contexto de aprendizaje compartido. La perspectiva emergente examina y analiza el proceso de aprendizaje de una comunidad de aula y de los individuos que la conforman. En otras palabras, este enfoque teórico proporciona una herramienta analítica que permite estudiar cómo se desarrolla el conocimiento matemático en el contexto educativo del aula. Este marco interpretativo (Cobb & Yackel, 1996) permite observar cómo los estudiantes reorganizan su conocimiento matemático a medida que participan en las interacciones sociales dentro del aula. También permite comprender cómo las normas sociales y las prácticas matemáticas en el aula influyen en el desarrollo del conocimiento matemático de los estudiantes.

De acuerdo con Stephan y Akyuz (2012), en el marco interpretativo se identifican tres aspectos principales para analizar el aula, que integra tanto la perspectiva social referida a los procesos colectivos en el aula como la perspectiva individual, enfocada en la actividad de los estudiantes. El primer aspecto denominado *normas sociales del aula* se refiere a las creencias y expectativas compartidas sobre el papel y la naturaleza de la actividad matemática en el contexto escolar. Estas normas, producto de la interacción entre los estudiantes y con el docente, establecen ciertas condiciones y reglas implícitas o explícitas sobre cómo se debe comportar un estudiante durante las actividades matemáticas, cómo se deben abordar los problemas, cómo se deben plantear las preguntas y cómo deben interactuar entre ellos. Estas normas pueden variar y están influenciadas por factores como la cultura del aula, la dinámica del grupo y el estilo de enseñanza del maestro.

Las normas sociales del aula también pueden influir en la percepción de los estudiantes respecto a su capacidad matemática y su participación en

las actividades. Si un estudiante percibe que el aula valora la participación activa y el esfuerzo en lugar de solo el resultado final, es más probable que se sienta cómodo tomando riesgos y expresando sus ideas, incluso si comete errores. El análisis de las normas sociales del aula es importante para comprender cómo estas influyen en el aprendizaje matemático de los estudiantes. Cuando se tiene en cuenta la dimensión social del aula se pueden identificar patrones y dinámicas que afectan la forma en que los estudiantes interactúan con el contenido matemático y entre sí. Además, considerar las normas sociales puede proporcionar información valiosa para el diseño de estrategias de enseñanza y apoyo para promover un ambiente de aprendizaje más inclusivo y efectivo para todos los estudiantes.

El segundo aspecto se refiere a las *normas sociomatemáticas*, que se refiere a las creencias y valores que los estudiantes tienen sobre las matemáticas, así como las formas aceptadas de razonar y argumentar en el contexto matemático. En el aula, los estudiantes desarrollan estas normas sociomatemáticas a medida que participan en discusiones matemáticas, resuelven problemas y colaboran con sus compañeros. Estas normas pueden incluir creencias sobre la importancia de comprender los conceptos matemáticos en lugar de memorizar fórmulas, la relevancia de la precisión en los cálculos, o la valoración del pensamiento crítico y la creatividad en la resolución de problemas. Además, éstas pueden variar culturalmente y estar influenciadas por el contexto educativo y social en el que se encuentre el aula. Por ejemplo, en ciertas culturas puede haber una mayor valoración del esfuerzo y la perseverancia en el aprendizaje de las matemáticas, mientras que en otras el énfasis puede estar en la rapidez y la eficiencia en la resolución de problemas. El análisis de las normas sociomatemáticas en el aula es relevante porque puede ayudar a los educadores a entender cómo las creencias y valores de los estudiantes sobre las matemáticas afectan su aprendizaje y rendimiento académico. Al tener en cuenta estas normas, los maestros pueden adaptar sus estrategias de enseñanza para abordar las percepciones erróneas o fomentar una cultura matemática más positiva y motivadora.

El tercer aspecto corresponde a las *prácticas matemáticas del aula*, que se refiere a las formas comunes de razonar y argumentar matemáticamente, desarrolladas y compartidas en el contexto del aula. Representan las estrategias y enfoques que los estudiantes y el profesor utilizan para abordar situaciones y problemas matemáticos. Las prácticas matemáticas del aula son el resultado de las interacciones entre el maestro y los estudiantes, así como de las discusiones y actividades matemáticas que ocurren en el entorno educativo. Estas prácticas pueden evolucionar y cambiar a medida que los estudiantes adquieren nuevos conocimientos y experiencias, que también pueden estar influenciadas por las creencias y valores sobre las matemáticas que prevalecen en el aula. El análisis de las prácticas matemáticas del aula es relevante porque

permite comprender cómo los estudiantes interactúan con los conceptos matemáticos y cómo aplican sus conocimientos en diferentes situaciones. Además, puede ayudar a identificar patrones y tendencias en el razonamiento matemático de los estudiantes, lo que puede proporcionar información valiosa para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

MÉTODOS Y MATERIALES

La gamificación

El diseño instruccional que se presenta en este trabajo adopta el enfoque de gamificación. Se trata de un modelo de actividad que propone el desarrollo y articulación de experiencias basadas en juegos para su implementación en diversos contextos. En el ámbito educativo, el diseño busca propiciar el desarrollo de ideas y conceptos a través de un modelo de actividad e interacción, tanto individual como colectivamente, a partir de la resolución de problemas, tareas, desafíos, entre otros. Una de las características principales de la gamificación es su diseño estructurado entre las actividades, los procesos, las recompensas, la retroalimentación y las metas. Por esta razón, la gamificación es vista como un sistema o ambiente en el que se establecen las condiciones, reglas y beneficios a la vez que los estudiantes verifican su progreso a cada paso.

A pesar de que existen desacuerdos acerca de la efectividad general de la gamificación en el aprendizaje y la educación (Kim et al., 2018), hay también evidencia creciente que respalda sus aportes. Investigaciones llevadas a cabo por Su y Cheng (2015), y otros, encontraron una correlación positiva entre la gamificación y la mejora en diversos aspectos del aprendizaje. Esto incluye el fortalecimiento de habilidades de pensamiento de orden superior, el aumento en el conocimiento declarativo y procedimental, y una mejora en el rendimiento en las pruebas. Cuando se compara con los métodos de enseñanza tradicionales, la gamificación ha demostrado promover un mejor desempeño entre los estudiantes, tal como se evidencia en el estudio de Morris et al. (2013).

Diversos expertos han propuesto marcos y enfoques para entender y aplicar la gamificación. Zichermann y Cunningham (2011) introdujeron el marco MDA (Mecánica, Dinámica, Estética) para describir la estructura y experiencia de juego. En este marco, la mecánica se refiere a los componentes y reglas implementados en un juego, a menudo definidos por datos y algoritmos. La dinámica, por otro lado, aborda cómo los jugadores interactúan con estas mecánicas y cuáles son los comportamientos observables durante el juego. Finalmente, la estética engloba las emociones y sentimientos que los participantes experimentan al jugar, con elementos como la narrativa, el desafío y el descubrimiento los cuales tienen un papel fundamental en esta experiencia. Werbach y Hunter (2012) presentaron un enfoque ligera-

mente diferente, aunque relacionado; estos autores dividieron la gamificación en dinámica, mecánica y componentes. Vieron la dinámica como un concepto más abstracto que podría compararse con las metas y objetivos de una organización. La mecánica, similar a la definición anterior, trata sobre cómo involucrar a los jugadores y guiar sus comportamientos. Los componentes son elementos tangibles, como logros, avatares e insignias, que son fundamentales para la implementación de la dinámica y la mecánica. Bunchball (2016) simplificó aún más el panorama al centrarse solo en dinámica y mecánica. Su interpretación de la dinámica se centró en la experiencia general del jugador, mientras que la mecánica se refería a los elementos de gamificación esenciales para proporcionar esa experiencia. Schell (2014) aportó una visión más amplia al identificar cuatro elementos esenciales del juego: historia, mecanismo, tecnología y estética. En este contexto, el mecanismo y la estética tienen connotaciones similares a las mencionadas anteriormente. Sin embargo, Schell añadió la “tecnología” como el conjunto de herramientas y materiales necesarios para crear un juego, y la “historia” como el hilo narrativo, presente en muchos juegos.

Aunque cada perspectiva tiene su enfoque y terminología, todas estas visiones convergen en que la gamificación se caracteriza por la mecánica, dinámica y estética, junto con componentes adicionales como la historia y la tecnología. Esta amalgama de aspectos proporciona un marco para describir los componentes fundamentales de la gamificación, que se integran para formular una experiencia de juego envolvente, que guía las acciones de los jugadores, los involucra en las tareas y promueve en ellos una respuesta emocional en una variedad de contextos y situaciones.

Diseño del entorno de gamificación

Para el diseño del contexto de gamificación se emplearon las dimensiones previamente detalladas. Para la dimensión estética, la cual abarca la apariencia, la ambientación, y la experiencia emocional, se seleccionó el mundo ficticio de Harry Potter como base; fue una elección guiada por la afinidad que los estudiantes participantes habían demostrado hacia la historia de esta famosa serie. La historia de Harry Potter, creada por J.K. Rowling, sigue las aventuras del joven mago Harry Potter y sus amigos Hermione Granger y Ron Weasley, todos estudiantes en el Colegio Hogwarts de Magia y Hechicería. La trama principal se centra en la lucha de Harry contra Lord Voldemort, un mago tenebroso que busca conquistar el mundo mágico. A lo largo de la serie, Harry descubre su destino, enfrenta numerosos desafíos y aprende sobre amistad, coraje y el poder del amor.

Mediante el uso de su rica iconografía y simbolismo se buscó sumergir a los jugadores en una atmósfera gótica llena de magia y misterio, con el objetivo de crear una experiencia visual y sensorialmente atractiva. La narrativa de

Harry Potter, repleta de aventuras, misterios y personajes complejos, fue utilizada como fuente de inspiración, con el propósito de motivar a los participantes a explorar e involucrarse activamente en el estudio de los números con signo. Asimismo, los temas centrales de Harry Potter, como la lucha entre el bien y el mal, la amistad y el coraje, fueron integrados para fomentar una conexión emocional con el juego, lo que podría potenciar la motivación y el compromiso de los jugadores.

Para incorporar la historia de Harry Potter en un ambiente de gamificación, se diseñó un mapa donde se representan los principales lugares del mundo mágico de Harry Potter, cada uno identificado con una letra y un color distintivo (amarillo, verde, rojo, azul). Estos sitios están interconectados mediante líneas, indicando diferentes trayectorias que los jugadores pueden seguir. Cada ubicación en el mundo mágico tiene una correspondencia directa con un espacio físico en la escuela donde se llevó a cabo la experiencia. Por ejemplo, la estación “El árbol boxeador” en el mapa del mundo de Harry Potter está vinculado al “Árbol ubicado junto a los bebederos” en la escuela secundaria. Se establecieron un total de 24 sitios, a los que se denominaron “estaciones”, cada uno fue señalado físicamente en la escuela con un letrero que indicaba el nombre correspondiente en el mundo mágico de Harry Potter. El elemento de “la historia”, que se refiere a la narrativa y la trama del juego, tienen un papel crucial en esta experiencia de gamificación. Los estudiantes deben avanzar por diversas rutas trazadas en el mapa, enfrentando tareas específicas en cada estación. Las rutas son variadas y ofrecen diferentes recorridos, pero los estudiantes deben seguir una regla esencial: no pueden repetir una estación ni regresar en el mapa (Figura 1). La mayoría de estas tareas están vinculadas a desafíos matemáticos, mientras que otras introducen elementos del mundo mágico, creando así un entorno enriquecido y atractivo que combina el estudio de las matemáticas con la fantasía.

Figura 1

Diseño del mapa



Los estudiantes debían abordar todos los retos de forma colectiva y cumplir con las tareas especificadas reportando sus resultados en un papel impreso diseñado para ese propósito. Una vez completada la actividad, los estudiantes debían presentar su trabajo en el *Potions Classroom*, a cargo del profesor *Snape*, representado por el profesor que dirigió la experiencia y autor de este artículo. Allí, los estudiantes recibían dinero ficticio, denominado “Radianes”, como pago por su actividad. La cantidad otorgada variaba según la complejidad de la actividad, el tipo (ya sea matemática o no) y la calidad del trabajo entregado. Para llevar a cabo esta parte del juego, se diseñaron e imprimieron billetes ficticios del “Banco de historia de las matemáticas”, con denominaciones de 10, 20, 50, 100 y 500 radianes.

Estos billetes ficticios (Figura 2), además de que funcionaban como incentivo y recompensa dentro del juego, podían ser utilizados por los estudiantes para adquirir el papel necesario para realizar sus tareas, pues no estaba permitido usar papel *muggle* (papel ordinario), así como otros insumos reales requeridos en las diversas estaciones, tales como pegamento, lápices de color, cinta adhesiva, plumas y marcadores. Estos artículos estaban disponibles para su compra en el aula *Potions Classroom*. El dinero ficticio también podía ser utilizado para adquirir un mapa opcional al final del recorrido con cinco estaciones. Aquellos estudiantes que optaban por comprarlo obtenían acceso a estaciones especiales donde enfrentaban desafíos más complejos y recibían recompensas físicas más valiosas, como botones conmemorativos y objetos diversos.

Figura 2

Diseño de billetes ficticios



La mecánica, que aborda las reglas y procedimientos específicos que orientan al jugador y al juego, se definieron de la siguiente manera. Como

mencionamos anteriormente, los sitios en el mapa se distinguieron por colores que son representativos de las cuatro casas de estudiantes de Hogwarts. Estos colores, a su vez, se relacionaron con distintos tipos de tareas basadas en estudios sobre la enseñanza de los números con signo. El color amarillo se vinculó con tareas que involucran comparaciones entre números negativos o una mezcla de positivos y negativos (Bofferding & Farmer, 2018). El azul se enfocó en actividades de operaciones con números negativos, como “tener más o menos negativo” (Bofferding, 2014). El verde se asoció a situaciones que presentan signos positivos y negativos juntos, considerando también su distribución espacial (Jiang et al., 2014). Por último, el rojo se relacionó con el estudio de las diferencias y la resta en el contexto de los números enteros, así como en el uso de metáforas y modelos para explicar estos conceptos (Kilhamn, 2018).

En el aula *Potions Classroom* se colocaron cinco ficheros con tarjetas. Los primeros cuatro, de colores amarillo, verde, rojo y azul, contenían tarjetas con problemas matemáticos vinculados a su respectivo color. Por ejemplo, las tarjetas azules planteaban cuestiones como: “Los estudiantes de Gryffindor ganaron y perdieron puntos por sus logros académicos y deportivos. ¿Quiénes acumularon más puntos positivos o negativos?”. El quinto fichero, de color blanco, contenía tarjetas con un código formado por una letra del alfabeto y un número del 1 al 5. Este código correspondía a una tarea o problema específico en una matriz de 5x5 ubicada en la estación del mapa-escuela. Así, cada tarjeta de color presentaba un contexto o situación que se combinaba con una de las 25 tareas posibles. Relacionado con el problema de la tarjeta azul, algunas de estas 25 tareas eran: a) comparar puntuaciones de diferentes días usando tablas, b) seguir el progreso semanal de puntos en una línea numérica, y c) resolver problemas vinculados a las puntuaciones. Los estudiantes tenían la opción de cambiar la tarea asignada por otra en la matriz, pero esto tenía un costo adicional que variaba según la actividad.

En ciertas estaciones (Figura 3) se presentaron desafíos específicos vinculados al tema de los números con signo. Estas actividades, aunque opcionales, brindaban la oportunidad de ganar dinero adicional o recibir una insignia especial. La insignia se materializaba en una medalla de chocolate, adornada con iconografía que reflejaba el contexto y los elementos característicos de la gamificación. Finalmente, respecto a la dimensión tecnológica, referida a las herramientas y recursos, en esta experiencia de gamificación únicamente se emplearon recursos impresos e insumos de papelería.

Integración de las actividades matemáticas

En la experiencia de gamificación se definieron cuatro situaciones para abordar el estudio de los números con signo, asociándolos con los colores de

los emblemas de las casas de estudiantes del mundo mágico de Harry Potter. La primera situación se planteó teniendo en cuenta los aportes de Bofferding y Farmer (2018), quienes enfatizan la influencia determinante del lenguaje en el significado de los números con signo; por ejemplo, términos como “más caliente” o “más frío” pueden afectar su interpretación. Estos autores sugieren utilizar contextos reales y familiares, como las temperaturas o deudas, para ayudar a los estudiantes a relacionar conceptos abstractos con experiencias prácticas. Recomiendan un enfoque en comparaciones graduales, comenzando con comparaciones dentro de un ámbito específico y luego transitando a comparaciones mixtas. Además, subrayan la importancia de una terminología clara, con una cuidadosa elección de palabras, y proponen actividades de clasificación en las que los estudiantes agrupen números en categorías como “positivo” o “negativo”, empleando términos contextualmente relevantes.

Figura 3

Disposición de estaciones y actividades



El uso de rectas numéricas y diagramas para visualizar los números, especialmente en combinación con el lenguaje pertinente y la exploración de comparaciones compuestas —como trabajar con expresiones como “más frío” y “menos caliente” en diversos contextos—, se sugieren como medios eficaces. Finalmente, el diseño de preguntas reflexivas que pidan a los estudiantes explicar su razonamiento es una estrategia valiosa para fomentar una comprensión más profunda.

La segunda situación se planteó teniendo en cuenta los aportes de Bofferding (2014), quien destaca que la introducción de los números negativos a menudo entra en conflicto con la comprensión de los números no negativos, creando dificultades al resolver operaciones como $-5 + (-3)$. Este conflicto surge, en parte, debido a la ambigüedad del símbolo “-”, que puede interpretarse de tres maneras diferentes: como un signo negativo (unario),

una resta (binario) o un opuesto (simétrico). Bofferding aborda en su investigación dos modelos clave para enseñar números negativos: el modelo de cancelación y el modelo de línea numérica; y destaca sus fortalezas y debilidades particulares en términos de cómo enfatizan el orden, la magnitud dirigida, y la notación. Además, propone diversas actividades diseñadas para fortalecer la comprensión de los números con signo, entre las que se encuentra el conteo regresivo, que guía a los estudiantes a través de una secuencia verbal decreciente, fundamental para entender los números negativos. El relleno de la recta numérica, que ayuda a determinar cómo los estudiantes ordenan los enteros; el ordenamiento de enteros y la comparación de valores para identificar el número mayor o menor; y, finalmente, la exploración de la dirección y magnitud para entender cómo los estudiantes interpretan movimientos ascendentes o descendentes en el contexto de los números enteros.

Para la tercera situación se consideraron los aportes de Jiang et al. (2014). En este trabajo destaca la presentación y distribución espacial de los signos positivos y negativos en operaciones aritméticas, especialmente en operaciones que combinan suma y resta de números con signo, los cuales juegan un papel crucial en la comprensión y resolución de los problemas. Este estudio señaló que el espaciado y la posición de los signos pueden influir en cómo se agrupan los términos en el proceso mental del individuo. Por ejemplo, un espaciado cercano podría proteger contra errores comunes, como resolver simplemente de izquierda a derecha, olvidando la precedencia de las operaciones. Adicionalmente, una manipulación espacial incorrecta podría activar erróneamente el concepto de números negativos en ciertos contextos, especialmente cuando se presenta un signo negativo cerca de otro número, sugiriendo que podría tratarse de un número con signo en lugar de una operación de resta. Estos hallazgos subrayan la importancia de cómo se presentan y se enseñan las operaciones aritméticas, reforzando la idea de que la claridad en la presentación es esencial para una interpretación y resolución correcta de problemas matemáticos que involucran números con signo.

La cuarta situación se basó en los aportes de Kilhamn (2018). En esta investigación se destaca la importancia de la idea de diferencia en el contexto de las operaciones con números con signo, particularmente, la enseñanza y comprensión de la diferencia en la resta de números enteros se presentan como un desafío por las múltiples interpretaciones y metáforas que pueden surgir. La investigación subraya la necesidad de distinguir entre la magnitud y la dirección de los números negativos y de utilizar un lenguaje apropiado que permita una comprensión clara de estos conceptos. Además, se enfatiza el uso y control de las metáforas en la enseñanza. Si bien las metáforas como “tomar una deuda” pueden ser útiles, también pueden ser confusas si no se comparten y entienden plenamente. La investigación también aborda

la conexión entre sustracción y adición y cómo se pueden representar estas operaciones mediante diferentes metáforas, como movimientos a lo largo de un camino o colecciones de objetos. Se resalta la necesidad de una comprensión de la suma de enteros, incluyendo el número cero, para entender la sustracción como diferencia. La reflexión que aporta esta investigación propone clarificar las metáforas y la terminología, especialmente cuando se trata de la idea de diferencia. El uso de modelos concretos, como la recta numérica o representaciones con objetos, puede ser útil para conectar la sustracción y la adición. También se pueden utilizar modelos imaginativos, como comparaciones económicas (deudas y ganancias), así como explorar diferentes metáforas para explicar la sustracción y adición, como movimientos a lo largo de un camino.

Participantes

La actividad de gamificación se implementó con estudiantes de primer grado de secundaria en un entorno urbano, a lo largo de cinco sesiones de una hora cada una. Previo al inicio de esta actividad se ofreció una sesión introductoria de los números con signo a través del modelo de temperaturas. En esta sesión, los estudiantes se enfrentaron a situaciones prácticas que involucraban variaciones de temperatura, permitiéndoles aplicar y contextualizar sus ideas. Con el objetivo de familiarizar aún más a los estudiantes con el mágico mundo de Harry Potter y preparar el terreno para la actividad, se organizó una sesión de cine semanas antes de la gamificación. Durante esta proyección se hicieron pausas estratégicas para discutir ciertos fragmentos de las películas que tenían una relación implícita o explícita con conceptos matemáticos, generando así un puente entre el entretenimiento y el aprendizaje.

Categorías de análisis

Esta investigación se centra en el análisis de cuatro aspectos cruciales de la gamificación, organizados en distintas categorías, con un enfoque particular en la educación matemática.

Normas sociales. Esta primera categoría examina cómo se desarrollan y establecen nuevas normas sociales dentro del aula bajo la influencia de la gamificación. Esto incluye las expectativas sobre la colaboración entre estudiantes, como en un juego cooperativo, y cómo deben enfrentarse los desafíos y misiones. Comprender cómo la gamificación puede alterar o crear normas sociales ayuda a los docentes a estructurar y ajustar las dinámicas de juego para optimizar la experiencia de aprendizaje.

Normas sociomatemáticas. Esta categoría se enfoca en analizar cómo la gamificación puede afectar las creencias y valores de los estudiantes respecto a las matemáticas. Las normas sociomatemáticas se refieren a las expectativas y normas específicas que se relacionan con la discusión y el aprendizaje de

las matemáticas en un contexto social. En otras palabras, estas normas dictan cómo se espera que los estudiantes se comporten, interactúen y comprendan el contenido matemático en el aula.

Prácticas matemáticas. La tercera categoría explora cómo la gamificación puede transformar la forma en que estudiantes y docentes abordan y resuelven problemas matemáticos al introducir métodos, estrategias y herramientas lúdicas innovadoras. Este análisis va más allá de la simple implementación, observando cómo estas prácticas se desarrollan y evolucionan con la integración de la gamificación. Además, ofrece una perspectiva única sobre cómo los juegos pueden enriquecer el aprendizaje matemático, fomentando habilidades como el pensamiento crítico, la creatividad y la colaboración.

Actividades matemáticas. La cuarta categoría se centra en el diseño e implementación de actividades matemáticas dentro del marco de la gamificación, utilizando cuatro situaciones específicas como referencia para el estudio de los números con signo.

Procedimiento para la obtención de datos

La información fue recopilada a partir de las hojas de trabajo que los estudiantes entregaron en cada estación. Cinco profesores en formación (alumnos de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas, de sexto semestre) participaron como colaboradores y desempeñaron un papel activo en este proceso, registrando observaciones detalladas en diversas estaciones; sus registros incluyeron descripciones libres y reflexivas sobre la organización de los estudiantes, proporcionando una visión más amplia sobre la dinámica observada en el aula. Las notas recogidas por los profesores colaboradores fueron variadas y exhaustivas, abarcando desde la disposición de los estudiantes en sus grupos hasta las interacciones y comportamientos individuales. Además, se prestó especial atención a las estrategias de trabajo en equipo, la colaboración y la comunicación entre los estudiantes, así como la forma en que los diferentes grupos abordaron y resolvieron los desafíos presentados en cada estación. Al finalizar la actividad, se llevó a cabo una serie de entrevistas en formato libre con varios equipos de trabajo. Estas entrevistas se implementaron para obtener una comprensión más profunda de las opiniones de los estudiantes sobre la actividad, su percepción de la dinámica y el flujo de esta, así como su satisfacción con la experiencia de aprendizaje en general. Los cuestionamientos estuvieron orientados a descubrir cómo los estudiantes integraron los conceptos aprendidos y cómo se sintieron respecto a las metodologías empleadas.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

La gamificación en la enseñanza destaca por permitir trayectorias flexibles para los estudiantes. En esta dinámica, los equipos tuvieron autonomía para

elegir sus rutas y tareas, generando progresos diversificados. No se exigió que completaran todas las estaciones del mapa, lo que enriqueció la variedad de experiencias y desenlaces. En este marco, cada equipo aportó evidencias particulares, adaptadas al itinerario y tarea seleccionados. A continuación, analizamos episodios específicos de estos trayectos.

Construcción y reorganización de normas sociales. Las normas sociales dentro del aula configuran las dinámicas de interacción y comportamiento entre los estudiantes. Sin embargo, con la inclusión de la gamificación en el proceso educativo estas normas experimentan una transformación significativa, adaptándose a las mecánicas y dinámicas propias de los juegos. Al trasladar el estudio de números con signo a un entorno gamificado, los estudiantes dejaron de ser meros receptores pasivos del conocimiento para convertirse en jugadores activos, colaborando, compitiendo y trabajando juntos hacia un objetivo común.

Consideremos como ejemplo la actividad titulada “La Batalla de los Horrocruxes Numéricos”. En ella, los estudiantes debían encontrar al menos dos objetos que contenían un valor numérico, ya fuese positivo o negativo. Estos objetos, ocultos cerca de la estación, se encontraban dentro de cajas de papel. Para descubrir su valor, los estudiantes tenían que romper la caja y obtener así el objeto. El desafío consistía en combinar los Horrocruxes de manera que la suma de sus valores resultara en cero, neutralizando su poder y, con ello, derrotando a Voldemort. La tarea de los estudiantes implicaba buscar rápidamente las piezas (representadas por cartones impresos al estilo rompecabezas), sumarlas y asegurarse de que el resultado fuese cero. En esta actividad se observaron las siguientes características en el comportamiento de los estudiantes. Colaboración. Lo que empezó como una competencia se convirtió en una actividad colaborativa, redefiniendo la norma de “cada uno por sí mismo” a “todos trabajamos juntos”. Los integrantes mostraron interés por lograr un resultado correcto para poder avanzar en el mapa, se ayudaron mutuamente a revisar el resultado, compartieron sus conocimientos sobre los números y eligieron entre todos, el orden conveniente para pegar los objetos en su hoja de reporte. Retroalimentación. Los estudiantes mostraron interés por la retroalimentación de sus resultados y en algunos casos solicitaron al docente una explicación de sus errores. Colaboración. Se observó que algunos estudiantes compartían sus experiencias con otros equipos señalando el sentido de las actividades matemáticas a fin de agilizar sus tareas. Búsqueda de regularidades. Los estudiantes debían enfrentar entre cinco y diez actividades muy similares a lo largo del mapa, todas ellas con el mismo principio o actividad matemática. Esto generó un interés por identificar “el tipo de reto matemático a resolver” o “la idea matemática que se plantea”, así fue posible escuchar expresiones como ... *esta actividad es igual... ..sumar positivos y negativos para obtener cero...*

Las normas sociomatemáticas son esenciales para guiar la interpretación, discusión y validación de conceptos matemáticos entre los estudiantes dentro del aula. En el contexto de la gamificación, estas normas adquieren un enfoque particular, influenciado por las dinámicas, recompensas y desafíos específicos de las actividades lúdicas. Un claro ejemplo de esto es la actividad “La Competencia de las Branquialgas”. Al llegar a la estación, los estudiantes reciben un cómic que relata una competencia en la que los participantes se sumergen en el Lago Negro utilizando Branquialgas. A medida que avanzan las escenas, los estudiantes descubren que un participante falta, y se les pide completar esa parte de la historia. Se les entrega un dado con números positivos y otro con números negativos que usarán para determinar los movimientos del participante que añadirán. El cómic relata diversas situaciones: Harry se sumerge 10 metros pero luego asciende 5 metros; Hermione desciende 15 metros y luego se eleva hasta una posición de -5 m; Ron baja 18 metros y luego sube 8, y Draco se sumerge 20 metros y luego baja 5 metros más. El desafío para los estudiantes es lanzar los dados y, basándose en los resultados, describir los movimientos del último participante. La conceptualización de números con signo es a menudo desafiante, ya que la noción de números “negativos” puede no ser inmediatamente intuitiva. Sin embargo, al situar estos conceptos en el contexto de una competencia de buceo en el mundo de Harry Potter, se logra que los estudiantes visualicen y contextualicen los movimientos ascendentes y descendentes en el cómic. Por ejemplo, si un personaje se sumerge 5 metros y luego asciende 3 metros, los estudiantes pueden visualizar que termina a 2 metros bajo el agua, es decir, a “ -2 ” en la notación matemática. Durante la actividad se observó que los estudiantes no tuvieron dificultades en relacionar el sentido de los números con las profundidades en el lago. En la resolución de problemas de manera cooperativa, los estudiantes se involucraron en la justificación y comunicación de sus razonamientos a partir de las situaciones analizadas. Cuando las prácticas matemáticas se integran en el ámbito de la gamificación, se transforman y se adecuan a las dinámicas y particularidades de los juegos educativos. En este contexto trascienden su papel de meras técnicas resolutivas para convertirse en mecánicas esenciales del aprendizaje lúdico. Un claro ejemplo de ello es “El duelo mágico de los números”. En esta actividad, los estudiantes llegan a una estación y se les proporcionan dos mazos de cartas mágicas. El primer mazo contiene encantamientos y pociones, cada uno con un valor numérico, ya sea positivo (para encantamientos) o negativo (para pociones). El segundo mazo presenta cartas del mago Dumbledore, donde cada carta propone una operación matemática. La misión de los estudiantes es combinar adecuadamente las cartas para que la suma total de los poderes mágicos sea cero, identificado como el punto de equilibrio mágico. Sin embargo, no basta con alcanzar este equilibrio; los estudiantes también

deben justificar sus combinaciones usando razonamiento matemático, pero enmarcado en el universo mágico. Por ejemplo, una de las cartas de Dumbledore que los estudiantes podrían extraer es el encantamiento "Expelliarmus", que lleva asociado un valor de +5. Esto indica que han aumentado su poder mágico en 5 unidades. Del mazo de pociones, podrían seleccionar la "Poción del Sueño Profundo" con un valor de -4, reduciendo el poder mágico de su oponente. No obstante, para lograr neutralizar completamente el poder, necesitarían incorporar la "Poción Crece-huesos" de valor -1. Esta actividad generó, entre los estudiantes, preguntas como: ¿por qué ciertos encantamientos o pociones tienen valores más altos que otros? Estas discusiones sirvieron para consolidar la idea de qué significa ser más potente, ya sea en términos positivos o negativos. Además, se incentivó a los estudiantes a comparar distintos encantamientos y pociones basándose en su "poder mágico", introduciendo así preguntas reflexivas como: ¿Qué combinación de encantamientos y pociones resultaría en un duelo equilibrado? o ¿Qué encantamiento o poción actuaría como el contrapeso perfecto para otro? Con actividades como esta, las prácticas matemáticas del aula se vuelven experiencias vivenciales, incentivando a los estudiantes a razonar y aplicar conceptos matemáticos a partir del contexto.

En la siguiente parte se analizarán los resultados de la experiencia de gamificación desde el dominio matemático. Respecto al aporte de Bofferding y Farmer (2018), quienes destacan la relevancia del lenguaje en la comprensión de los negativos, y recomiendan utilizar contextos tangibles, un lenguaje preciso para vincular conceptos matemáticos abstractos con escenarios reales. Una actividad representativa en este dominio fue "La Temperatura en el Callejón Diagon". *En este icónico callejón, las temperaturas son notablemente cambiantes debido a tiendas que venden productos mágicos con capacidad para influir en el clima. En Gringotts, el banco de magos, se tiene una pizarra mágica donde se registran diariamente estas variaciones.* En la estación se proporcionó a los estudiantes un registro de las temperaturas del día anterior, acompañado de expresiones descriptivas del día en curso, tales como "más caliente que ayer" o "más frío que el día anterior". Los estudiantes debían clasificar estas temperaturas utilizando una recta numérica y posteriormente debatir y justificar la interpretación de las expresiones y la elección de números para representarlas. Las respuestas evidenciaron que los estudiantes vinculaban conceptos abstractos, como los números con signo, a situaciones cotidianas, como las variaciones de temperatura. Asimismo, tradujeron términos cotidianos tales como "más caliente" o "más frío" y los representaron en distintos formatos. Finalmente, de manera intuitiva, categorizaron las temperaturas como "positivas" o "negativas".

La segunda situación, basada en Bofferding (2014), subraya las dificultades que surgen al introducir números negativos, especialmente por la

confusión que el símbolo “-” puede generar entre los estudiantes debido a su ambigüedad. Bofferding propone distintos modelos y actividades pedagógicas, tales como el modelo de cancelación y la línea numérica. Estas estrategias buscan potenciar la comprensión de los números con signo, centrándose en conceptos clave como el orden, la magnitud y la notación. Una actividad que ilustra este tipo de actividades fue “Las Deudas de Las Tres Escobas”. Se situada en el contexto del bar “Las Tres Escobas”, donde los estudiantes de Hogwarts tenían deudas pendientes o pagos efectuados por adelantado. En la estación se les presentó a los estudiantes diversas situaciones que detallaban las deudas y pagos de diversos clientes; se empleó una línea numérica para representar estos montos, identificando así los números como positivos o negativos. Esta representación les permitió explorar el concepto de cancelación de deudas, comprendiendo cómo avanzar o retroceder en la línea refleja el acto de pagar o acumular una deuda. Los estudiantes supieron usar la línea numérica para reflejar números tanto positivos como negativos, reconociendo que, independientemente del signo, la distancia al cero determina la magnitud del número. Además, discernieron el orden inherente de los números enteros y utilizaron la línea para realizar operaciones aritméticas, asociando la suma con un movimiento hacia la derecha y la resta hacia la izquierda. A través de esta actividad emergió una comprensión más profunda sobre la magnitud y dirección de un número, y los estudiantes pudieron distinguir el uso del símbolo “-”, diferenciando entre su rol en números negativos y en operaciones de resta.

La tercera situación se basa en el estudio de Jiang et al. (2014), el cual examina la influencia de la presentación y distribución espacial de los signos positivos y negativos en la comprensión y solución de operaciones aritméticas. El estudio subraya cómo la ubicación y el espaciado de estos signos moldean nuestra interpretación mental. Asimismo, enfatiza la importancia de una presentación diversificada del signo en diferentes contexto o situaciones, distinguiendo sus significados. Una actividad representativa de esta tercera situación es “La Lista de Pociones de Snape”. El profesor Snape entregó a los estudiantes una lista de ingredientes para elaborar una poción. Algunos ingredientes debían ser añadidos, mientras que otros debían ser retirados. A los estudiantes se les presentó una serie de operaciones matemáticas que detallaban la suma y resta de estos ingredientes. La disposición adecuada de los signos y su espaciado resultaron esenciales para determinar correctamente qué cantidad de cada ingrediente se debía incorporar o sustraer. Posteriormente, se les solicitó reflexionar y dialogar sobre cómo la configuración de los signos influenciaba su comprensión, y a resolver problemas relacionados con la preparación de las pociones.

La cuarta situación se fundamenta en el estudio de Kilhamn (2018). Esta investigación destaca la importancia de entender la noción de “diferencia”

cuando se trabaja con operaciones que involucran números con signo. Kilhamn enfatiza la necesidad de un lenguaje claro y el uso adecuado de metáforas en el proceso de enseñanza; además de que es crucial diferenciar entre la magnitud y la dirección de los números negativos. Es recomendable emplear herramientas didácticas, como la recta numérica, para potenciar la comprensión de operaciones como la suma y resta de números enteros. Una actividad representativa de esta cuarta situación es “La Balanza de Gringotts”. *En el Banco de Gringotts, ubicado en el Callejón Diagon, los duendes manejan con meticulosidad las transacciones y saldos de cada cuenta; estas tienen un saldo inicial, y en ocasiones se efectúan transacciones especiales que implican valores negativos, resultado de deudas o compras.* A los estudiantes se les entregó un registro detallado de tres estados de cuenta pertenecientes a Fred, uno inicial y dos subsecuentes de cada mes. Cada uno refleja diversos depósitos (valores positivos) y adeudos (valores negativos). Utilizando la recta numérica mágica, los alumnos determinaron el saldo total tras cada operación, representando visualmente cada transacción. Se introdujo el término “deuda mágica”, referida a que, si adquieren una poción de alto costo sin tener suficientes Galeones, la diferencia se traduce en una deuda con Gringotts, manifestada como un número negativo en el estado de cuenta. El reto era identificar la cantidad necesaria para liquidar las deudas y restaurar un balance positivo. Como ejemplo, uno de los estados de cuenta mostraba:

Saldo inicial: 10 galeones

Compra de ingredientes para pociones: -15 galeones

Recompensa por hallar una rana de chocolate extraviada: +5 galeones

Multa por volar en escoba en zonas restringidas: -7 galeones

¿Cuál es el saldo tras todas las operaciones?

Tras diversas transacciones, los estudiantes reflexionaron sobre la administración financiera y el impacto de los números negativos (deudas) en el saldo total. Se discutieron estrategias para mantener a Fred en números negros y se evaluaron las implicaciones emocionales y prácticas de tener deudas, además de cómo planificar sus finanzas.

CONCLUSIONES

La gamificación en el contexto educativo ha ganado notoriedad por su capacidad para involucrar y motivar a los estudiantes en su aprendizaje. En este estudio abordamos la potencialidad de dicho enfoque al estudiar conceptos matemáticos, particularmente los números con signo, a través de actividades enmarcadas en el universo de Harry Potter. Históricamente, el aprendizaje de conceptos matemáticos ha presentado desafíos para muchos estudiantes, especialmente en áreas abstractas como los números con signo. Sin embargo, autores como Bofferding y Farmer (2018) han destacado cómo la influencia del contexto y del lenguaje puede mejorar significativa-

mente la interpretación y comprensión de estos números. Las metodologías modernas, como la gamificación, emergen como una respuesta antes estos desafíos. La gamificación no es simplemente una distracción o una herramienta lúdica; es una metodología robusta que aporta una serie de beneficios pedagógicos. Al introducir elementos de juego en el proceso de aprendizaje, los estudiantes se encuentran más motivados, comprometidos y dispuestos a enfrentar desafíos. Además, el sumergir a los estudiantes en un contexto familiar, como el universo de Harry Potter, propició el interés por enfrentar el estudio de los conocimientos abstractos a situaciones del mundo real.

En lo que respecta al aspecto de construcción y reorganización de normas sociales, la gamificación ofreció un contexto familiar y valorado por los estudiantes, facilitando la contextualización de ideas matemáticas en problemas concretos y fortaleciendo el vínculo entre el conocimiento teórico y las experiencias directas de la gamificación. Una dimensión significativa fue el fomento del dialogismo y la interacción, que no solo impulsaron la reflexión matemática, sino que también consolidaron normas de interacción, comunicación y razonamiento colectivo. Es relevante mencionar que las actividades potenciaron la habilidad matemática y las competencias de trabajo colaborativo y co-construcción del saber. Mediante las tareas propuestas, los estudiantes abordaron los números con signo desde un enfoque matemático a través del análisis de los diversos escenarios y, en algunos casos, redefinieron sus propias normas sobre representación e interpretación de datos. Un ejemplo ilustrativo es que ciertos grupos optaron por situar los números negativos a la derecha en la recta numérica, evidenciando que las convenciones pueden ser desafiadas y adaptadas según el contexto y la comprensión colectiva. Ejercicios como “La Balanza de Gringotts” pusieron a prueba las destrezas aritméticas de los alumnos y los incitaron a reflexionar sobre normas sociales más generales en torno a deudas, responsabilidades y gestión financiera. Al incorporar escenarios donde los estudiantes son protagonistas se transforma la dinámica convencional del aula. Los alumnos emergen como figuras centrales en su trayectoria de aprendizaje, y las convenciones sobre la posesión, compartición y validación del saber son reconfiguradas. Las tareas basadas en la gamificación y en marcos narrativos evidencian que las normas sociales influyen no solo en la edificación del conocimiento, sino también en cómo este es transferido y aplicado en distintos contextos. Esta versatilidad y capacidad adaptativa son fundamentales en la educación contemporánea.

Con relación a las normas sociomatemáticas, el enfoque de gamificación estableció un marco donde los conceptos matemáticos se introducían mediante relatos y contextos narrativos. Por ejemplo, en “La Balanza de Gringotts”, la interpretación de los números con signo se entrelaza estrechamente con las transacciones financieras del mundo mágico. Durante

esta actividad se destacó el nivel de colaboración y diálogo en la solución de problemas, donde los estudiantes negociaron significados, cuestionaron interpretaciones y afinaron su entendimiento. Curiosamente, el razonamiento matemático no se valoró únicamente por obtener respuestas acertadas, sino también por experiencias y soluciones congruentes con la trama y dinámicas del juego. Otro punto a resaltar fue el aprecio hacia las diversas representaciones de conceptos matemáticos. Herramientas como rectas numéricas, tablas y narrativas se reconocieron durante la actividad como medios legítimos para representar y entender los números con signo. En este escenario gamificado, los estudiantes ejecutaron operaciones matemáticas y reflexionaron acerca de sus metodologías y estrategias, ponderando su alineación con el marco de juego.

A pesar de que las tareas se desarrollaron en un contexto mágico, se enfatizó la trascendencia de vincular los conceptos a situaciones palpables y cotidianas. Aspectos como la gestión financiera, las variaciones de temperatura y las obligaciones de deuda son relevantes más allá del contexto escolar, y se espera que los estudiantes identifiquen y aprecien estas conexiones. Así mismo, en esta experiencia se destacó la percepción del error no como fallo, sino como una ventana de aprendizaje y adaptación. En este entorno, las normas sociomatemáticas promovieron valores como la resiliencia, la perseverancia y la adaptabilidad.

Al incorporar escenarios gamificados, particularmente aquellos inspirados en el universo de Harry Potter, las matemáticas adquieren un carácter más tangible y contextualizado. Los estudiantes dejan de percibir a los números y operaciones como entidades abstractas y las comienzan a ver como herramientas aplicables a situaciones que les resultan cautivadoras y pertinentes. La gamificación impulsa intrínsecamente la colaboración; los estudiantes no solo trabajan con números y operaciones, sino que también cooperan, debaten y concilian interpretaciones con sus pares. Así, las matemáticas se transforman en una experiencia social donde el conocimiento es una construcción compartida. Las dinámicas gamificadas, como “La Balanza de Gringotts”, motivaron a los estudiantes a reflexionar sus propios procesos cognitivos y decisiones. En este marco, el acto matemático trasciende la mera búsqueda de la respuesta correcta y se enfoca en comprender el camino que lleva a dicha respuesta, y cómo este puede ser afinado o modificado según el contexto. En un ambiente gamificado, los estudiantes son incentivados a experimentar, adoptar múltiples estrategias y aprender de sus desaciertos, lo que infunde a las matemáticas un carácter más exploratorio y menos dogmático.

Al integrar narrativas como “La Temperatura en el Callejón Diagon”, la experiencia matemática se enriquece considerablemente. Los estudiantes ejecutan operaciones, pero además interpretan, anticipan y entienden a profundidad las repercusiones de sus cálculos dentro de un marco narrativo.

Aunque hallar la respuesta adecuada sigue siendo esencial, en un contexto gamificado lo que predomina es el razonamiento subyacente.

Desde la perspectiva matemática, resulta evidente que la capacidad de los estudiantes para traducir y adaptar el lenguaje diario a un marco matemático manifiesta el potencial de la gamificación para hacer los conceptos abstractos tanto comprensibles como pertinentes. La utilidad de instrumentos visuales, como la recta numérica, resaltó de manera significativa al ofrecer a los estudiantes un marco visual para entender, ilustrar y trabajar con números signados. Las dinámicas también fomentaron una introspección rigurosa en torno al uso del símbolo “-”. Esta introspección reveló que los estudiantes, dependiendo del contexto, pueden dotar de significado tanto a las operaciones como a los signos, consolidando así su entendimiento y su empleo adecuado. A lo largo de esta experiencia gamificada, los estudiantes demostraron un alto compromiso con la resolución de problemas. En dinámicas como “La Temperatura en el Callejón Diagon” y “La Balanza de Gringotts”, se percibió un marcado nivel de participación estudiantil, propiciando así un ambiente de colaboración y sinergia grupal. Durante estas actividades se incentivó a los estudiantes a articular sus procesos de razonamiento, debatir sobre interpretaciones y compartir métodos; no solo se limitaron a solucionar la tarea propuesta, sino que se sumergieron activamente en el contexto y en los desafíos presentados. Esta inmersión propició la formación de un ambiente donde los estudiantes se sintieron respaldados y confiados para experimentar, errar y, crucialmente, aprender de esos errores.

Este estudio subraya que la gamificación trasciende una simple tendencia en el ámbito educativo; es una herramienta robusta con un alcance considerable para revolucionar la enseñanza y el aprendizaje matemático. La gamificación apoya al desarrollo del pensamiento matemático de los estudiantes para un mundo dinámico y en evolución, al poner énfasis en competencias que van más allá de la mera memorización, como el pensamiento crítico y el trabajo colaborativo. Por lo tanto, es importante que los educadores continúen investigando, adaptando y refinando tales estrategias, asegurándose que sean pertinentes y relevantes para el desarrollo integral del estudiante.

REFERENCIAS

- Bofferding, L. (2010). Addition and subtraction with negatives: Acknowledging the multiple meanings of the minus sign. En P. Brosnan, D. B. Erchick, & L. Flevares (Eds.), *Proceedings of the 32nd Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 703–710). The Ohio State University. <https://bit.ly/3EVGRta>
- Bofferding, L. (2014). Negative Integer Understanding: Characterizing First Graders' Mental Models. *Journal for Research in Mathematics Education*, 45(2), 194–245. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.45.2.0194>

- Bofferding, L. (2019). Understanding Negative Numbers. En A. Norton, & Alibali, M.W. (Eds.), *Constructing Number* (pp. 251–278). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-00491-0>
- Bofferding, L., & Hoffman, A. (2014). Learning negative integer concepts: Benefits of playing linear board games. En C. Nicol, P. Liljedahl, S. Oesterle, & D. Allan (Eds.), *Proceedings of the Joint Meeting of PME 38 and PME-NA 36* (Vol. 2, pp. 169–176). PME. <https://bit.ly/3rkbLZ2>
- Bofferding, L., & Farmer, S. (2018). Most and least: Differences in integer comparisons based on temperature comparison language. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(3), 545–563.
<https://doi.org/10.1007/s10763-018-9880-4>
- Bofferding, L., Aqzade, M., & Farmer, S. (2018). Playing with integer concepts: A quest for structure. En L. Bofferding, & N. M. Wessman-Enzinger (Eds.), *Exploring the integer addition and subtraction landscape: Perspectives on integer thinking* (pp. 3–23). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-90692-8_1
- Bunchball. (2016). *Gamification 101: An introduction to game dynamics* [White paper]. Bunchball Inc. <https://bit.ly/3PwxTmn>
- Cobb, P., & Yackel, E. (1996). Constructivist, emergent, and sociocultural perspectives in the context of developmental research. *Educational Psychologist*, 31, 175–190. <https://doi.org/10.1080/00461520.1996.9653265>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to game-fulness: Defining gamification. En A. Lugmayr, H. Franssila, C. Safran, & I. Hammouda (Eds.), *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments* (pp. 9–15). ACM. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Jiang, M. J., Cooper, J. L., & Alibali, M. W. (2014). Spatial factors influence arithmetic performance: The case of the minus sign. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 67(8), 1626–1642.
<https://doi.org/10.1080/17470218.2014.898669>
- Kilhamn, C. (2018). Difference differences: Metaphorical interpretations of “difference” in integer addition and subtraction. En L. Bofferding & N. M. Wessman-Enzinger (Eds.), *Exploring the integer addition and subtraction landscape: Perspectives on integer thinking* (pp. 143–166). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-90692-8_6
- Kim, S., Song, K., Locke, B., & Burton, J. (2018). *Gamification in Learning and Education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-47283-6>
- Morris, B.J., Croker, S., Zimmerman, C., Gill, D., & Romig, C. (2013). Gaming science: the “Gamification” of scientific thinking. *Frontiers in Psychology*, 4(607), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00607>

- Murray, J. C. (1985). Children's informal conceptions of integer arithmetic. In L. Streefland (Ed.), *Proceedings of the Ninth Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, pp. 147–153). State University of Utrecht. <https://bit.ly/3ESeonQ>
- Peled, I., Mukhopadhyay, S., & Resnick, L. (1989). Formal and informal sources of mental models for negative numbers. En G. Vergnaud, J. Rogalski, & M. Artique (Eds.), *Proceedings of the thirteenth international conference for the psychology of mathematics education* (Vol. 3, pp. 106–110). PME. <https://bit.ly/3tgi58h>
- Ruíz, A. (2002). *Historia y filosofía de las matemáticas*. EUNED. <https://bit.ly/458QL55>
- Schell, J. (2014). *The art of game design: A book of lenses* (2nd ed.). CRC Press.
- Sitzmann, T. (2011). A meta-analytic examination of the instructional effectiveness of computer-based simulation games. *Personnel Psychology*, 64(2), 489–528. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.2011.01190.x>
- Smith, A. L., & Baker, L. (2011). Getting a clue: Creating student detectives and dragon slayers in your library. *Reference Services Review*, 39(4), 628–642. <https://doi.org/10.1108/00907321111186659>
- Stephan, M., & Akyuz, D. (2012). A proposed instructional theory for integer addition and subtraction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 43(4), 428–464. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.43.4.0428>
- Su, C., & Cheng, C. (2015). A mobile gamification learning system for improving the learning motivation and achievements. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(3), 268–286. <https://doi.org/10.1111/jcal.12088>
- Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. Wharton Digital Press.
- Whitacre, I., Bishop, J. P., Philipp, R. A., Lamb, L. L., & Schappelle, B. P. (2014). Dollars and sense: Students' integer perspectives. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 20(2), 84–89. <https://doi.org/10.5951/mathteacmidscho.20.2.0084>
- Whitacre, I., Azuz, B., Lamb, L. L. C., Bishop, J. P., Schappelle, B. P., & Philipp, R. A. (2017). Integer comparisons across the grades: Students' justifications and ways of reasoning. *The Journal of Mathematical Behavior*, 45, 47–62. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2016.11.001>
- Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. O'Reilly Media.