



**SIMULADOR VIRTUAL EQUALITY EXPLORER EN EL  
DESARROLLO DEL PENSAMIENTO ALGEBRAICO EN  
ESTUDIANTES DEL V CICLO DE EDUCACIÓN PRIMARIA**

VIRTUAL SIMULATOR EQUALITY EXPLORER IN THE  
DEVELOPMENT OF ALGEBRAIC THINKING IN STUDENTS OF THE V  
CYCLE OF PRIMARY EDUCATION

**Trabajo de Investigación para optar al Grado Académico de Bachiller en  
Educación**

**Presentado por**

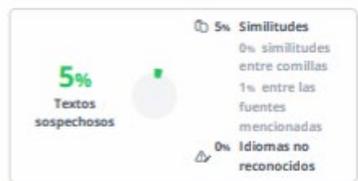
Carlos Enrique Vega Tavera  
<https://orcid.org/0000-0002-6714-1380>

**Asesora**

Sthefani Elena Garay Ramirez  
<https://orcid.org/0000-0002-0750-4346>

**Lima, febrero, 2024**

# Simulador virtual PhET en el desarrollo pensamiento algebraico\_Monografía 09.02



Nombre del documento: Simulador virtual PhET en el desarrollo pensamiento algebraico\_Monografía 09.02.pdf  
 ID del documento: 63d74fa31685192c30f2644dadcfdd8e23b607a  
 Tamaño del documento original: 835,16 kB

Depositante: Sthefanie Garay  
 Fecha de depósito: 9/2/2024  
 Tipo de carga: interface  
 fecha de fin de análisis: 9/2/2024

Número de palabras: 9074  
 Número de caracteres: 68.956

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuentes de similitudes

### Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="http://repositorio.utn.edu.ec">repositorio.utn.edu.ec</a> <a href="http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13919/2/05_FECYT_4153_TRABAJO_GRADO.pdf">http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13919/2/05_FECYT_4153_TRABAJO_GRADO.pdf</a> 3 Fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (49 palabras)
2	<a href="http://www.dspace.uce.edu.ec">www.dspace.uce.edu.ec</a> <a href="http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/22377/1/IT-UCE-0010-FL-997.pdf">http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/22377/1/IT-UCE-0010-FL-997.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (45 palabras)
3	<a href="https://dialnet.unirioja.es">dialnet.unirioja.es</a> <a href="https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9042845.pdf">https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9042845.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (40 palabras)
4	<a href="http://repositorio.upt.edu.pe">repositorio.upt.edu.pe</a> <a href="http://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/20.500.12969/2188/1/Tuesta-Cabrera-Juan.pdf">http://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/20.500.12969/2188/1/Tuesta-Cabrera-Juan.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (40 palabras)
5	<a href="http://www.scielo.org.ar">www.scielo.org.ar</a> <a href="http://www.scielo.org.ar/pdf/rtestr/24/rn24a10.pdf">http://www.scielo.org.ar/pdf/rtestr/24/rn24a10.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (26 palabras)

## **DEDICATORIA**

A Dios, porque es quien hace posible todas las cosas de mejora en mi vida.

A mi novia Carmen, quien me apoya día a día a seguir en este camino de continuo aprendizaje. A mis hijas Catalina y Greta, quienes son mi más grande motivación para ser mejor persona y profesional.

A mi madre, quien desde un primer momento me apoyó con el inicio de este nuevo proceso académico, a ti mamita que estás en el cielo.

A mi padre y hermano, quiénes siempre me dan palabras de aliento cuando me siento agotado. A todos mis familiares, quienes de alguna manera estuvieron conmigo durante mi proceso de estudiante en Innova Teaching School.

A todos ustedes dedico este trabajo.

**Carlos Enrique Vega Tavera**

## RESUMEN

La actualización de los enfoques educativos al contexto digital implica el empleo de herramientas tecnológicas con el fin de mejorar la enseñanza de las matemáticas y brindar nuevas perspectivas en cuanto a los recursos educativos. El objetivo principal del trabajo es: “Describir el simulador Equality Explorer de PhET en el desarrollo del pensamiento algebraico en estudiantes del V ciclo de educación primaria”. En la revisión se destaca que el simulador virtual Equality Explorer de PhET es una herramienta efectiva para mejorar el aprendizaje de matemáticas, especialmente en el desarrollo del pensamiento algebraico en estudiantes de primaria. Del análisis de la información se destaca la importancia de integrar herramientas tecnológicas en la educación para mejorar la enseñanza de las matemáticas y proporcionar nuevas perspectivas en los recursos educativos, resaltando además la necesidad de formar estudiantes capaces de utilizar tecnologías en la resolución de problemas; adaptándose a entornos virtuales y promoviendo un aprendizaje activo y personalizado. La integración de tecnología en la educación primaria promueve un aprendizaje activo y participativo, facilitando la comprensión de ecuaciones y la resolución de problemas matemáticos en niños cursando este nivel (Gascón, 2018); por ello, la utilización de herramientas digitales como PhET en el aula fomenta una mayor motivación, interés y rendimiento académico, demostrando la importancia de adaptar las estrategias educativas a las necesidades y preferencias de los estudiantes en la era digital.

**Palabras clave:** TIC; PhET; Equality Explorer; enseñanza-aprendizaje; matemáticas; pensamiento algebraico.

## ABSTRACT

Updating educational approaches to the digital context involves the use of technological tools in order to improve the teaching of mathematics and provide new perspectives regarding educational resources. The main objective of the work is: “Describe the PhET Equality Explorer simulator in the development of algebraic thinking in students of the V cycle of primary education”. The review highlights that PhET's Equality Explorer virtual simulator is an effective tool to improve mathematics learning, especially in the development of algebraic thinking in primary school students. From the analysis of the information, the importance of integrating technological tools in education is highlighted to improve the teaching of mathematics and provide new perspectives in educational resources, also highlighting the need to train students capable of using technologies in solving problems, adapting to virtual environments and promoting active and personalized learning. The integration of technology in primary education promotes active and participatory learning, facilitating the understanding of equations and the resolution of mathematical problems in children attending this level (Gascón, 2018); Therefore, the use of digital tools such as PhET in the classroom promotes greater motivation, interest and academic performance, demonstrating the importance of adapting educational strategies to the needs and preferences of students in the digital age.

**Keywords:** ICT; PhET; Equality Explorer; teaching-learning; mathematics; algebraic thinking.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
INTRODUCCIÓN .....	9
CAPÍTULO I: EL PENSAMIENTO ALGEBRAICO EN EL NIVEL PRIMARIO .....	11
1.1. Pensamiento algebraico.....	11
1.2. Desarrollo del pensamiento algebraico .....	12
1.2.1. La generalización y el pensamiento algebraico.....	14
1.2.2. Desempeños de aprendizaje para la competencia algebraica .....	17
CAPÍTULO II: SIMULADORES VIRTUALES PHET.....	20
2.1. Las TIC y su integración en la educación básica .....	20
2.2. Simuladores virtuales .....	22
2.2.1. Physics Education Technology (PhET).....	24
2.2.2. Acceso a PhET .....	24
CAPÍTULO III: SIMULADORES PHET EN EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO ALGEBRAICO .....	29
3.1. Simulador Equality Explorer.....	29
3.1.1. Igualdades .....	29
3.1.2. Desigualdades.....	30
3.1.3. Igualdades-Ecuaciones .....	31
3.2. El simulador virtual PhET en el desarrollo del pensamiento algebraico en el nivel primario	33

CONCLUSIONES .....36

REFERENCIAS.....37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pantalla de inicio de PhET	26
Figura 2. Segundo Paso: Dirigirse a Simulaciones	26
Figura 3. Simuladores PhEt para el área de matemática	27
Figura 4. Sección Enseñanza en PhET	27
Figura 5. Consejos para usar PhET	28
Figura 6. Actividades en el área de matemática implementas por PhET	28
Figura 7. Simulador Equality Explorer	29
Figura 8. Equivalencias por medio de la Opción Basics dentro del simulador Equality Explorer	30
Figura 9. Opción Numbers en el simulador Equality Explorer.	30
Figura 10. Opción Variables en el simulador Equality Explorer	31
Figura 11. Opción Operations en el simulador Equality Explorer.	31

## INTRODUCCIÓN

La pandemia de COVID-19 impulsó la educación virtual en Perú, exigiendo a los docentes desarrollar competencias digitales para usar recursos online y cumplir con el currículo. Sin embargo, la falta de conocimiento y acceso a tecnología por parte de la comunidad educativa dificultó el desarrollo eficiente de estas competencias, afectando la calidad de la educación virtual (De Mendoza, 2021).

Díaz et al. (2018) manifiestan que el docente deberá asumir el rol de un facilitador de nuevas estrategias para la enseñanza de las diversas áreas curriculares, en este contexto Guaypatin et. al (2017) manifiestan que la relación de las tecnologías con el área de las matemáticas en espacial con el desarrollo del pensamiento algebraico se ha convertido en una necesidad debido a que esta es una de las competencias curriculares donde los estudiantes de todos los niveles educativos tienen más dificultades para su aprendizaje.

Sin embargo, los autores afirman que esta complejidad disminuye cuando se hace uso de las herramientas tecnológicas, como la calculadora básica o graficadora, hojas de cálculo, aplicativos de visualización de sucesos y formas, etc., pues los estudiantes ven vistosos el uso de las tecnologías porque les son de utilidad para resolver sus actividades. Tuesta (2021) confirma lo manifestado por Guaypatin, pues llevó a cabo un estudio en un colegio primario en Tacna, enfocándose en el impacto de las TIC's en la enseñanza de matemáticas para alumnos de quinto y sexto grado.

Los resultados mostraron una mejora significativa, con un 91.35% de los estudiantes alcanzando los objetivos esperados y un 2.88% destacando. Esto respalda la eficacia de las herramientas tecnológicas en la educación matemática. De manera similar, Alvites (2017) implementó un programa mediado por TIC para estudiantes de tercer grado en Piura, observando que el 60% de estudiantes obtuvo resultados muy favorables en las habilidades y competencias matemáticas tras la aplicación de la estrategia. Ambos estudios concluyen que la integración de las TIC en la enseñanza de matemáticas resulta beneficiosa para el aprendizaje

de los estudiantes. Sobre el desarrollo del pensamiento algebraico Pincheira y Alsina (2021) plantean la necesidad de incorporar la competencia algebraica en la educación primaria, definiéndola como álgebra temprana y señalando un cambio sustancial en las directrices curriculares para la enseñanza a niños, el objetivo es fomentar el desarrollo del pensamiento algebraico y la capacidad de resolver problemas en diversos contextos, extendiéndose más allá de la preparación para el álgebra avanzada. Este enfoque involucra varios componentes para dicho pensamiento, incluyendo aritmética generalizada, análisis de relaciones, funciones, modelos matemáticos y solución de problemas.

Ante lo expuesto, surge la pregunta: ¿el simulador virtual Equality Explorer de PhET favorece al desarrollo del pensamiento algebraico en estudiantes del V ciclo del nivel primario?, de modo que, por medio de la revisión bibliográfica, se identifiquen y describan los elementos que faciliten el desarrollo del pensamiento algebraico.

Este estudio se enfoca en una revisión bibliográfica, lo que implica un riguroso proceso de búsqueda, revisión y selección de diversas fuentes bibliográficas. El objetivo general de esta investigación es “Describir el simulador Equality Explorer de PhET en el desarrollo del pensamiento algebraico en estudiantes del V ciclo de educación primaria”. Para lograr este propósito, se plantean tres objetivos específicos.

En primer lugar, se busca caracterizar el pensamiento algebraico en estudiantes del nivel primario, así mismo, se pretende describir a las Tic y su importancia en el proceso de enseñanza aprendizaje, y por último, se procede a describir el simulador virtual PhET en el desarrollo del pensamiento algebraico. Este enfoque con la utilización de la tecnología como herramienta pedagógica pretende ofrecer una visión más clara sobre cómo estos recursos modernos de aprendizaje pueden contribuir de manera significativa al desarrollo de habilidades matemáticas en el nivel primario, específicamente en el campo del pensamiento algebraico.

# CAPÍTULO I:

## EL PENSAMIENTO ALGEBRAICO EN EL NIVEL PRIMARIO

### 1.1. Pensamiento algebraico

Pérez (2022) considera al pensamiento algebraico como una manera específica de abordar el razonamiento matemático, valorando la identificación de patrones generalizados como uno de los enfoques más significativos para introducir el concepto de álgebra en el entorno escolar, para Van de Walle et al. (2014) el pensamiento algebraico implica formar generalizaciones a partir de experiencias con números y operaciones, formalizar estas ideas con el uso de un sistema simbólico significativo y explorar los conceptos de patrones y funciones. El pensamiento algebraico es esencial para hacer que las matemáticas sean útiles en la vida diaria y es una habilidad que se desarrolla a lo largo de la educación primaria y secundaria.

La enseñanza del pensamiento algebraico fue abordada por Vergel (2019), cuyos estudios destacaron su evolución desde la aritmética y cómo trasciende a conceptos más abstractos. Enfatiza que el álgebra puede representarse de formas variadas, no solo mediante símbolos alfanuméricos, y señala la colaboración estudiante-docente como clave para entender su esencia indeterminada, permitiendo así abordar problemas complejos y abstractos más allá de la aritmética convencional, en el mismo contexto Zapata (2020) hace énfasis en que las matemáticas consisten en más que solo cálculos, incluyendo la relación entre operaciones y conceptos. Además, recalca el significado del igual como una relación de igualdad, lo que ayuda a percibir el álgebra como una continuación natural de la aritmética, enriqueciendo así la comprensión matemática y promoviendo un aprendizaje más integral. Se identifica tres estrategias clave en el desarrollo del pensamiento algebraico: primero, entender variables e incógnitas como indeterminadas en lugar de fijas; segundo, analizar estos elementos desde una perspectiva operativa y deductiva; y tercero, usar notaciones simbólicas específicas para su representación. Estas tácticas son fundamentales para fomentar una comprensión algebraica profunda (Radford, 2010, citado en Vergel et al., 2022).

## 1.2. Desarrollo del pensamiento algebraico

Godino et al. (2014) manifiestan que impartir el curso de álgebra en las primeras etapas de educación se trata sobre todo de ir desarrollando en los estudiantes el saber pensar algebraicamente (pensamiento algebraico), para ello se debe realizar con los niños actividades que contengan el estudio de regularidades numéricas, simbólicas o geométricas, con ello la identificación de una ley de formación, además del análisis de casos en la resolución de un problema. Para que el estudiante logre desarrollar su razonamiento algebraico se debe: fomentar el pensamiento relacional en para que el estudiante comprenda las relaciones numéricas en diferentes expresiones matemáticas. Se trata de identificar cómo se vinculan las cantidades y transformar las ecuaciones a formas más sencillas, permitiendo que utilicen operaciones básicas y apliquen diversas propiedades matemáticas para facilitar su manejo y comprensión (Carpenter et al., 2005, citado en Godino et al., 2014)

Pensar de manera algebraica implica descubrir, entender, expresar patrones y regularidades en diversos aspectos de las matemáticas. A medida que nos sumergimos en este proceso de pensamiento, vamos mejorando en el uso del lenguaje y los símbolos necesarios para expresar y compartir ideas algebraicas, tales como ecuaciones, variables y funciones, este tipo de razonamiento no es solo una habilidad matemática, sino que se convierte en la base misma de las matemáticas, que se conciben como la ciencia que explora patrones y orden en su máxima expresión (Godino et al., 2014).

Durante el desarrollo del pensamiento algebraico se debe promover que el estudiante indague, sea curioso, busque soluciones y realice estimaciones por medio de las predicciones. De acuerdo con Pincheira y Alsina (2021) refieren que para desarrollar este tipo de pensamiento se debe tener en cuenta actividades diseñadas en la visualización e identificación de patrones en sus diversas formas, en un ambiente escolar adecuado en donde el estudiante se sienta motivado a explorar, modelizar, predecir, discutir argumentar y comprobar sus ideas por medio del cálculo matemático. Aké (2019) describe la importancia de desarrollar el pensamiento algebraico en el nivel primario mediante actividades cuidadosamente planeadas y guiadas. Sugieren que estas actividades deben estructurarse de tal manera que involucren patrones numéricos, simbólicos, geométricos, así como la integración de estos elementos. Además,

enfatan la necesidad de implementar el simbolismo y la utilización de variables como herramientas clave para la modelización matemática, sobre las estrategias de implementación en la enseñanza del álgebra temprana Kieran (citado en Aké, 2019) resalta la importancia de implementar estrategias específicas para fomentar la capacidad de generalización en los estudiantes, utilizando para ello el estudio de funciones y propiedades numéricas. Destaca también la posibilidad de desarrollar el pensamiento algebraico en primaria a través de actividades matemáticas diversas, no limitadas al álgebra. Propone utilizar figuras familiares para los niños, creando expresiones con ellas que les permitan, mediante operaciones básicas, hallar los valores correspondientes, facilitando así la comprensión y futura generalización de la variable matemática en contextos reales.

La idea es que la perspectiva amplia del álgebra como una herramienta para crear modelos matemáticos es algo que podemos y debemos desarrollar gradualmente desde los primeros años educativos (Godino et al., 2014). Esto se debe a que la capacidad de modelar algebraicamente es algo que se va construyendo poco a poco. Aunque el uso de letras y símbolos, basado en las propiedades estructurales de los números, generalmente comienza en la educación secundaria, los procesos de representación simbólica, expresión de relaciones e identificación de patrones son habilidades propias de los primeros niveles de introducción al álgebra, y como hemos observado, se pueden y deben comenzar a cultivar desde la educación primaria. El primer paso crucial en el proceso de modelización matemática es identificar y asignar nombres a las variables que describen el sistema que estamos modelando. Esto se complementa con el establecimiento de relaciones entre estas variables, a continuación, se trabaja con el modelo a través de la manipulación formal de las expresiones simbólicas, revelando así las propiedades del sistema representado y permitiendo la adquisición de nuevos conocimientos sobre él, finalmente, se lleva a cabo la interpretación y aplicación de todo el trabajo realizado con el modelo algebraico, cerrando así el ciclo de comprensión y aplicación de conceptos matemáticos en un contexto más amplio (Godino et al. 2014).

Oteiza (2019) pone en manifiesto que el proceso de enseñanza-aprendizaje del pensamiento algebraico tiene como objetivo principal llevar a cabo una transición desde el ámbito de los conocimientos matemáticos estrictamente numéricos hacia la generalización. Este

proceso es gradual y requiere que los estudiantes, en un principio, se familiaricen con experiencias matemáticas concretas antes de poder avanzar hacia niveles más abstractos. En base a este autor, la generalización desde una perspectiva algebraica, se deben seguir una serie de etapas:

- Observación: En esta primera etapa, el estudiante debe examinar cuidadosamente el problema y detectar un patrón que caracteriza la situación dada.
- Descripción: En la segunda fase, el estudiante debe comunicar el patrón identificado en la fase anterior. En esta etapa, no es necesario utilizar un lenguaje algebraico formal; lo fundamental es que el estudiante pueda expresar con sus propias palabras la regularidad que ha observado. Es esencial que cada estudiante exprese sus ideas, haciendo uso de su razonamiento lógico para describir el proceso de identificación del patrón. Para esta etapa, pueden emplearse actividades como el trabajo colaborativo entre compañeros, debates en equipos o la ampliación de la situación planteada para considerar cantidades mayores que las del problema inicial.
- Formulación escrita: En la tercera etapa, el estudiante procederá a representar la relación identificada en las dos fases anteriores mediante un lenguaje alfanumérico, es decir, escribirá una expresión algebraica que describa la situación. Esta fase suele ser más compleja y, en general, no es esencial para el estudiante, ya que el proceso habría finalizado al describir la situación con palabras. Sin embargo, es importante que cada estudiante pueda proponer una expresión algebraica, ya que esto facilitará la resolución del problema al variar los datos.

### 1.2.1. La generalización y el pensamiento algebraico

El desarrollo del pensamiento algebraico es fundamental en la educación matemática, ya que prepara a los estudiantes para pensar de manera abstracta y simbólica, lo que es crucial para el éxito en álgebra y otras áreas de las matemáticas. Uno de los aspectos clave del pensamiento algebraico es la generalización, que permite a los estudiantes identificar patrones y regularidades en los números y operaciones (Van de Walle et al., 2014).

La generalización es importante porque no solo es relevante para aquellos que tienen dificultades en matemáticas, sino también para aquellos que tienen un desempeño destacado. Los estudiantes deben ser capaces de planificar con anticipación y formular preguntas que les ayuden a pensar en características generalizadas dentro de los problemas con los que trabajan. Además, la generalización es una habilidad que se puede aplicar en muchos contextos, no solo en matemáticas, sino también en otras áreas de la vida.

Otro aspecto importante del pensamiento algebraico es la conexión entre la aritmética y el álgebra. Los estudiantes deben ser capaces de relacionar expresiones simbólicas con contextos concretos. Esta comprensión sólida sienta las bases para el estudio del álgebra en la educación secundaria. Además, hacer explícitas las propiedades del sistema numérico, como la propiedad conmutativa, reduce la cantidad de hechos que los estudiantes deben memorizar.

El proceso de desarrollo del pensamiento algebraico comienza en preescolar y continúa a lo largo de la educación primaria y secundaria. Los estudiantes aprenden a generalizar y a utilizar la simbología algebraica, relacionan expresiones algebraicas con su entorno y exploran patrones y relaciones. Los docentes deben proporcionar a los estudiantes oportunidades para explorar y aplicar estas habilidades en contextos relevantes y significativos.

Los estudiantes deben ser capaces de identificar patrones y regularidades en los números y operaciones, y luego generalizar estas ideas en términos más amplios. Por ejemplo, los estudiantes pueden aprender a sumar y restar números de dos dígitos y luego generalizar esta habilidad para sumar y restar números de tres o más dígitos. Los docentes pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar esta habilidad al proporcionarles oportunidades para explorar patrones y regularidades en los números y operaciones.

Para el logro de la generalización algebraica desde lo aritmético, el docente y estudiante pueden experimentar las siguientes actividades:

- Los estudiantes deben ser expuestos a una variedad de problemas aritméticos que presenten patrones y regularidades.
- Se les debe animar a identificar y describir estos patrones, y a generalizar las

reglas o propiedades que subyacen a ellos.

- Los docentes pueden proporcionar oportunidades para que los estudiantes apliquen estas generalizaciones a situaciones matemáticas y no matemáticas, fomentando así la transferencia de conocimientos.

Así mismo, los estudiantes deben ser capaces de relacionar expresiones simbólicas con contextos concretos. Esta comprensión sólida sienta las bases para el estudio del álgebra en la educación secundaria. Los docentes pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar esta habilidad al proporcionarles oportunidades para trabajar con símbolos y expresiones algebraicas en contextos relevantes y significativos.

Con el fin de que el estudiante logre relacionar expresiones algebraicas con su entorno, se puede realizar las siguientes actividades:

- Los estudiantes deben ser guiados para relacionar expresiones simbólicas con situaciones del mundo real, como problemas de la vida cotidiana, modelos matemáticos o fenómenos científicos.
- Se les debe animar a traducir problemas del lenguaje cotidiano al lenguaje simbólico y viceversa, y a interpretar el significado de las expresiones algebraicas en términos del contexto específico.
- Los docentes pueden proporcionar ejemplos y actividades que conecten las expresiones simbólicas con situaciones concretas, y fomentar la discusión sobre la relevancia y aplicabilidad de las expresiones algebraicas en diferentes contextos.

Los estudiantes deben ser capaces de identificar patrones y relaciones en los datos y luego utilizar estas ideas para construir funciones. Los docentes pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar esta habilidad al proporcionarles oportunidades para explorar patrones y relaciones en los datos y luego utilizar estas ideas para construir funciones.

Para que el estudiante logre comprender las funciones por medio del estudio de patrones, se puede realizar las siguientes actividades:

- Los estudiantes deben ser desafiados a identificar patrones en conjuntos de datos, secuencias numéricas, gráficos o situaciones del mundo real.
- Se les debe animar a representar estos patrones de manera visual, numérica y algebraica, y a formular hipótesis sobre las relaciones subyacentes.
- Los docentes pueden proporcionar oportunidades para que los estudiantes exploren y modelen patrones, y para que construyan funciones que representen estas relaciones, utilizando herramientas como tablas, gráficos y expresiones algebraicas.

#### 1.2.2. Desempeños de aprendizaje para la competencia algebraica

El Ministerio de Educación Peruano establece en el Diseño Curricular Nacional las directrices para el desarrollo de competencias matemáticas en primaria. Se espera que los estudiantes de este nivel sean capaces de resolver problemas con operaciones básicas, ecuaciones y patrones, expresar relaciones entre magnitudes mediante ecuaciones, comprender conceptos como el término general de una secuencia y la proporcionalidad directa, y aplicar estrategias para manipular ecuaciones, ecuaciones e irregularidades (Ministerio de Educación, 2016).

Los desempeños son descripciones específicas de lo que hacen los estudiantes en relación con los niveles de desarrollo de las competencias, es decir, los estándares de aprendizaje. Los desempeños que pertenecen a la competencia de resolver problemas de regularidad, equivalencia y cambio contemplan el desarrollo del pensamiento algebraico

Desempeños del quinto grado:

- Traduce un conjunto de datos, equivalencias, variación entre magnitudes, a ecuaciones lineales simples, con números naturales; a cuadros numéricos de proporcionalidad directa, o la ley de formación de una secuencia geométrica identificando las transformaciones entre estas figuras, y la ley de formación relacionado a una secuencia

numérica de segundo orden.

- Sustenta su entendimiento acerca del significado de las variables o símbolos que ha usado al plantear una ecuación.
- Hace uso de estrategias heurísticas y operativas para calcular el valor de una incógnita en una ecuación, para determinar la ley de formación de una secuencia o identificar magnitudes proporcionales.
- Manifiesta afirmaciones – predicciones sobre los elementos implícitos en una secuencia, del mismo modo, las justifica.

Desempeños de sexto grado:

- Traduce igualdades y desigualdades, variable como valor desconocido, patrones, y la variación entre magnitudes. por medio de ecuaciones donde intervienen las cuatro operaciones y desigualdades; la proporcionalidad o la determinación de un patrón sea geométrico (con sus transformaciones) o en donde haya más de criterio, en ambas situaciones el estudiante debe ser capaz de determinar dicha ley a través de la ubicación de los elementos y recurrencias operativas.
- Sustenta su comprensión de las desigualdades haciendo uso de los símbolos  $< o >$ .
- Aplica estrategias heurísticas y de cálculo para solucionar una ecuación, establecer la ley de formación de una secuencia y trabajar con magnitudes directamente proporcionales.
- Determina predicciones sobre cualquier elemento en una secuencia y sobre lo que sucede si se realizan modificaciones en las cantidades que intervienen en una desigualdad. Argumenta sus razonamientos mediante ejemplificaciones, operaciones matemáticas o propiedades de la equivalencia, o basándose en sus saberes previos. De igual manera, explica de forma detallada su método de solución.

Los desempeños propuestos al ser precisos, observables, medibles y graduales permiten orientar la enseñanza y guiar a los estudiantes sobre lo que se espera que aprendan en el marco del desarrollo pensamiento algebraico.

## **CAPÍTULO II:**

### **SIMULADORES VIRTUALES PHET**

#### **2.1. Las TIC y su integración en la educación básica**

Jiménez (2015) define a las TIC como la colección de procesos y programas producto del avance tecnológico de los hardware y software, y todas las herramientas de información y comunicación que permiten almacenar, procesar y transmitir digitalmente un mensaje. La incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación ha ocasionado transformaciones importantes en la sociedad, impacta en diversos aspectos de la vida humana, tanto en términos conceptuales como en la gestión diaria (Sánchez, 2008).

Las instituciones educativas están realizando un esfuerzo significativo para introducir las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en sus aulas. Sin embargo, la implementación exitosa de estas tecnologías no solo depende de la infraestructura y los recursos disponibles, sino también de la implementación de proyectos bien estructurados que aborden la formación tecno-pedagógica, la innovación metodológica, el liderazgo, la gestión y la coordinación. Estos aspectos son fundamentales para lograr que la integración de las TIC cumpla con su objetivo de mejorar la educación (Fernández et al. 2018). Es decir, no basta con tener las herramientas tecnológicas; es necesario implementar planes completos que abarquen la formación docente, la innovación pedagógica y la gestión efectiva para maximizar el impacto positivo de las TIC en el entorno educativo.

Ministerio de Educación (2016) propone como competencia transversal, que el estudiante debe ser capaz de desenvolverse en estos entornos virtuales generados por las TICs; mientras participa en actividades de aprendizaje y prácticas sociales. Esto implica coordinar procesos como la búsqueda, selección y evaluación de información; la modificación y creación de materiales digitales; la comunicación y participación en comunidades virtuales. Además, se espera que los adapte de manera sistemática según sus necesidades e intereses. Este enfoque educativo busca que los estudiantes no solo consuman información en línea, sino que también

sean capaces de interactuar activamente con entornos virtuales, modificándolos y adaptándolos de acuerdo con sus propias necesidades y preferencias, promoviendo así un aprendizaje más activo y personalizado.

Gascón (2018) destaca “la importancia de las TIC en la educación para cultivar estudiantes críticos y solucionadores de problemas” (p. 9), por su parte, Quintero (citado en Gascón, 2018) expone el papel esencial de estos recursos en la enseñanza matemática, sugiriendo la actualización curricular para incorporar dichas tecnologías y mejorar el aprendizaje. La enseñanza en primaria de las matemáticas debe ser interactiva, según Coloma et al. (2020), sostienen que las TIC enriquecen el aprendizaje facilitando la comprensión de conceptos complejos, el uso de programas especializados promueve un entorno de aprendizaje dinámico y atractivo, superando las limitaciones de la enseñanza tradicional y haciendo el proceso más agradable y eficiente para los estudiantes (p. 2).

Kraus et al. (2019) destaca el papel fundamental de las TIC en el desarrollo de ambientes educativos interactivos que estimulan la involucración directa de los alumnos. Pineda y Leyva (citado en Gonzáles y Granera, 2021), y Concha (2018), enfatizan que las TIC eliminan obstáculos educativos, ofreciendo modalidades sincrónicas (sesión en vivo) y asincrónicas (Individuo – PC) que aseguran acceso a educación y contenido relevante, con el docente facilitando y centrando a los estudiantes en su proceso educativo. La interacción docente-alumno, ya sea sincrónica o asincrónica, depende crucialmente de los entornos virtuales de aprendizaje que centralizan tareas y recursos, estos entornos son fundamentales en la sociedad moderna, transformando no solo la educación sino también sus actores principales: educadores, estudiantes y la comunidad educativa en su conjunto, destacando así la relevancia de estas plataformas virtuales en el proceso educativo (Gonzáles y Granera, 2021)

La introducción de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en las aulas es de gran importancia, ya que implica una transformación en el modelo educativo, pasando de uno centrado en la enseñanza a otro centrado en el aprendizaje. Incorporar las TIC en las aulas de educación primaria no solo implica la inclusión de recursos educativos más efectivos y motivadores, sino que también promueve el desarrollo de habilidades digitales, la capacidad para procesar información y, lo más importante, favorece un mejor desarrollo cognitivo debido

a las funciones informativas, transmisoras e interactivas de los recursos TIC (Gómez y Macedo, 2010). La introducción de las TIC en la educación primaria no se trata solo de mejorar los recursos educativos, sino de cambiar fundamentalmente la forma en que se enseña y se aprende. Esto implica no solo adquirir habilidades digitales, sino también mejorar el procesamiento de la información y fomentar un desarrollo cognitivo más efectivo, gracias a las diversas funciones que las TIC pueden desempeñar en el proceso educativo.

Con la evolución de las TIC, surgieron los primeros entornos de aprendizaje virtual, en tal contexto, los educadores, en su función docente en diversas áreas curriculares y niveles académicos, enfrentaron la necesidad de enriquecer sus prácticas pedagógicas a través del uso de medios tecnológicos dentro de un Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA). El objetivo es optimizar el proceso educativo y formar estudiantes aptos para emplear dichas tecnologías en la resolución de problemas de su entorno. Estos proporcionan una infraestructura que replica la experiencia de la clase en persona, facilitando el acceso a materiales, la comunicación, colaboración y evaluación. Son flexibles y accesibles, se adecúan a las demandas cambiantes de la educación y ofrecen soporte integral tanto a docentes como a estudiantes, independientemente de su localización geográfica (Rosales, 2020). Al respecto Aguilar y Otuyemi (2020) destacan que los entornos virtuales de aprendizaje complementan la enseñanza, mejorando los resultados de aprendizaje y fomentando el desarrollo de capacidades integrales en los estudiantes. Insisten en que estos entornos deben ser herramientas clave para los docentes, potenciando su labor dentro del aula, tanto física como virtual, y facilitando la asimilación de conocimientos y habilidades, especialmente en áreas de dificultad como las matemáticas. Aclaran que no buscan reemplazar al maestro, sino actuar como un soporte en su función pedagógica.

## **2.2. Simuladores virtuales**

Velásquez (2020) señala que existe una herramienta informática que simula la realidad dentro de un entorno virtual, permitiendo una comprensión más completa de una variedad de temas a través de simulaciones. Esta tecnología proporciona la chance de explorar y experimentar con

distintos escenarios simulados y tiene aplicaciones en múltiples campos como matemáticas, física, electrónica y medicina, entre otros. La simulación es un método numérico que usa modelos matemáticos para realizar experimentos virtuales y estudiar sistemas variados en el tiempo. Busca replicar sistemas reales, mejorando la comprensión de sus variables e interacciones, y es particularmente beneficiosa en la educación en ingeniería, donde profundiza el entendimiento de dinámicas sistémicas y aplicaciones (Aguilar y Heredia, citado en Cumbal, 2020).

Los simuladores virtuales utilizados en el ámbito educativo son una herramienta que ayuda a vincular los conocimientos teóricos impartidos en el aula con su aplicación práctica en un entorno virtual que se asemeja a la realidad, estos simuladores proporcionan una forma práctica para que los estudiantes puedan conectar lo que aprenden en las lecciones teóricas con situaciones similares a la vida real, pero en un entorno virtual (Camacho y Medina, 2022).

Cumbal (2020) resalta la importancia de los simuladores en laboratorios virtuales como herramientas educativas destacadas, replicando experimentos en un entorno digital. Estos laboratorios ofrecen ambientes dinámicos y ajustables, fomentan un aprendizaje interactivo, proporcionan experiencias tridimensionales para una inmersión completa y crean una sensación de realidad que mejora la comprensión y el compromiso de los estudiantes. En conjunto, estas características convierten a los laboratorios virtuales en recursos educativos poderosos y flexibles. Son una estrategia educativa clave que incentiva la intervención activa y comprometida de los estudiantes, llevándolos a situaciones cercanas a la realidad y aumentando su motivación para aprender y resolver problemas.

Estas herramientas permiten a los estudiantes equivocarse y que sean ellos quienes corrigen y aprenden de sus fallas en un entorno controlado, fomentando un aprendizaje dinámico y efectivo. Al simular experimentos y situaciones prácticas, los simuladores aportan al progreso del entendimiento y a la creación de ideas (Vélez y Erazo, 2022).

### 2.2.1. Physics Education Technology (PhET)

Los simuladores son herramientas educativas que resultan efectivas para enseñar diversas disciplinas, ya que tienen la capacidad de simular fenómenos naturales que son difíciles de observar directamente en la realidad. Particularmente se destaca la importancia del software PhET, el cual se ha diseñado para potenciar el desarrollo de habilidades científicas y de investigación mediante la exploración de escenarios educativos, una de las ventajas clave de utilizar PhET es la interacción que permite entre experiencias virtuales y situaciones reales, enriqueciendo así la experiencia de aprendizaje (Cusme, 2022).

El proyecto PhET, iniciado por Carl Wieman de la Universidad de Colorado en Boulder, ofrece simulaciones gratuitas en matemáticas y ciencias las cuales son respaldadas por investigaciones. Estas herramientas interactivas y basadas en la investigación promueven el aprendizaje lúdico y exploratorio, permitiendo a los estudiantes adquirir conocimientos a través del descubrimiento, PhET proporciona simulaciones atractivas y participativas. Cada simulación se evalúa a través de entrevistas a los estudiantes y la observación de cómo se utilizan en clase, asegurando así un aprendizaje efectivo y significativo. Estas simulaciones son compatibles con Java, Flash o HTML5 y pueden ejecutarse en línea o descargarse en una computadora (PhET, 2023), en base a lo desarrollado por el proyecto, el simulador se sostiene en los siguientes principios:

- Estimular la investigación científica.
- Ofrece recursos educativos interactivos
- Hacer visible lo que normalmente no se ve, especialmente en conceptos abstractos como la electricidad y el magnetismo.
- Representar modelos mentales.
- Incorporar elementos visuales, como objetos que estén en movimiento, gráficos y también números.
- Utilizar ejemplos de situaciones del día a día.

- Guiar a los usuarios de manera indirecta, como limitar los controles o proporcionar mensajes emergentes, para fomentar una exploración efectiva.
- Desarrollar simulaciones las cuales se pueden adaptar a diversas situaciones educativas, así también diversos contextos posibles

Según PhET (2023), al emplear simuladores en la educación, es esencial activar la participación estudiantil en la investigación científica, promoviendo un aprendizaje profundo. Los estudiantes deben explorar, cuestionar y experimentar, con metas que abarcan entender principios científicos, identificar causas, interpretar modelos y manejar herramientas de medición. Al relacionar la ciencia con la vida cotidiana y fomentar su autonomía en el aprendizaje, se enriquece su educación y motivación científica, así lo señala también Cusme (2022) en su investigación en donde expresa que profesores o tutores pueden guiar la participación de toda la clase al establecer un contexto en la simulación, permitiendo que los estudiantes planteen preguntas sobre procedimientos que podrían resultar confusos para ellos.

Cacha y Zuñiga (2021) reconocen el simulador PhET como una herramienta vital para la enseñanza de matemáticas, realzando su rol en la innovación educativa y en propiciar un aprendizaje profundo. PhET usa tecnología y software para presentar ejemplos didácticos que enriquecen la experiencia educativa y profundizan la comprensión matemática por medio de la simulación de situaciones reales y el aprendizaje experimental.

### 2.2.2. Acceso a PhET

Para poder acceder y navegar en PhET, debemos seguir los siguientes pasos:

Primer paso, se debe escribir la URL [https://phet.colorado.edu/es\\_PE/](https://phet.colorado.edu/es_PE/) en el campo de búsqueda del navegador. A continuación, se mostrará la pantalla inicial del simulador, tal y como se ilustra en la imagen adjunta.

## Figura 1

### *Pantalla de inicio de PhET*



*Nota.* La fotografía exhibe la pantalla de inicio del simulador virtual PhET, que se visualiza tras introducir la URL [https://phet.colorado.edu/es\\_PE/](https://phet.colorado.edu/es_PE/) en la barra de direcciones del navegador.

Como segundo paso, hay que ir a la sección de Simulaciones, donde se presentarán distintos simuladores para varios cursos, tal y como se puede ver en la imagen que sigue.

## Figura 2

### *Segundo paso: Dirigirse a SIMULACIONES.*



*Nota.* La imagen revela el menú de opciones que aparece al seleccionar Simulaciones en la página principal de PhET. En este menú, se pueden observar diferentes categorías donde se encuentran varios simuladores según el área de estudio, incluyendo física, química, matemáticas, geografía y biología.

En el tercer paso, se debe elegir del menú previo el curso correspondiente al trabajo actual. Para los propósitos de este estudio, se optará por la categoría Matemática.

### Figura 3

*Simuladores PhET para el área de matemática.*



*Nota.* La figura exhibe los múltiples simuladores disponibles, en total 48, destinados al curso de Matemáticas.

Además, PhET proporciona orientación detallada sobre su herramienta tecnológica a través de la sección "Enseñanza", como se evidencia en la imagen que se presenta a continuación.

### Figura 4

*Sección Enseñanza en PhET*



*Nota.* La imagen presenta el menú desplegable de PhET cuando se hace clic en "Enseñanza". En esta sección, PhET ofrece información acerca de sus simulaciones, así como videos explicativos que proporcionan consejos para su utilización, actividades en material editable, entre otros recursos disponibles.

**Figura 5**  
*Consejos para usar PhET*



*Nota.* Dentro de la sección de consejos para utilizar PhET, descubrirás videos y materiales didácticos diseñados para enseñar acerca de cómo incorporar de manera eficaz las simulaciones de PhET en tu aula.

**Figura 6**  
*Actividades en el área de matemática implementadas por PhET.*

TÍTULO	PHET	AUTORES	NIVEL	TPO	TEMA	SIMULACIONES
Confusiones recurrentes y mitos de casos de nuestra entorno	★	Edward Rodríguez Mendroza	ES	Guíado Lab	Matemáticas	<a href="#">Guía de Líneas (HTML5)</a>
Apuntes con las proporciones	★	Geisy Sánchez	ES	Guíado	Matemáticas	<a href="#">Juegos de Proporciones (HTML5)</a>
Recetas caseras	★	Jesús Matamoros	G-Intro ES	Tarea Remoto Guíado Lab	Matemáticas	<a href="#">Guía de Líneas (HTML5)</a>
Tarea de Energía		Valter Manuel Trujillo Yáñez	Otro	Tarea Otro Lab ES Remoto	Química Física Otros Biología Matemáticas Astronomía	<a href="#">Energía y Cambios de Energía (HTML5)</a>

*Nota.* La imagen muestra las actividades propuestas por PhET para que sean utilizadas por cada docente al planificar sus sesiones con las simulaciones de PhET.

**CAPÍTULO III:**  
**SIMULADORES PHET EN EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO**  
**ALGEBRAICO**

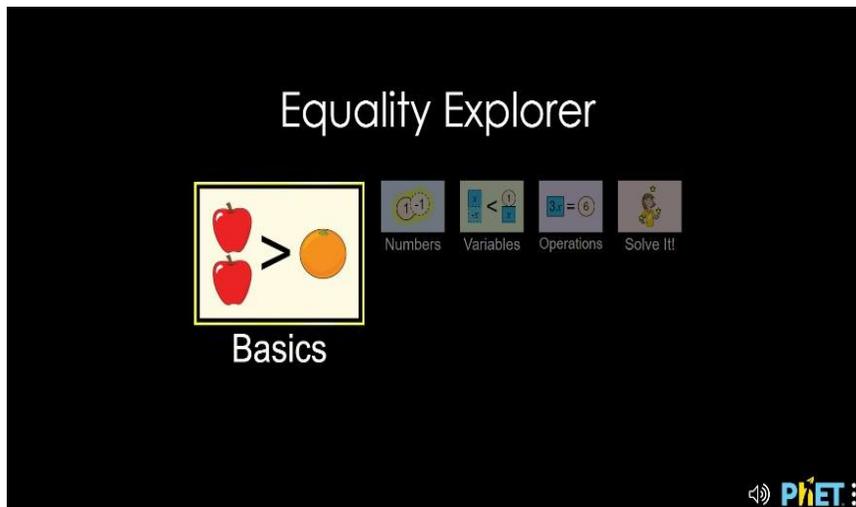
**3.1. Simulador Equality Explorer**

Es un simulador virtual que introduce a los estudiantes en el concepto de variable y ecuaciones a través de la manipulación de objetos y cantidades en una balanza virtual, fomentando la comprensión de la igualdad y desigualdad.

3.1.1. Igualdades

**Figura 7**

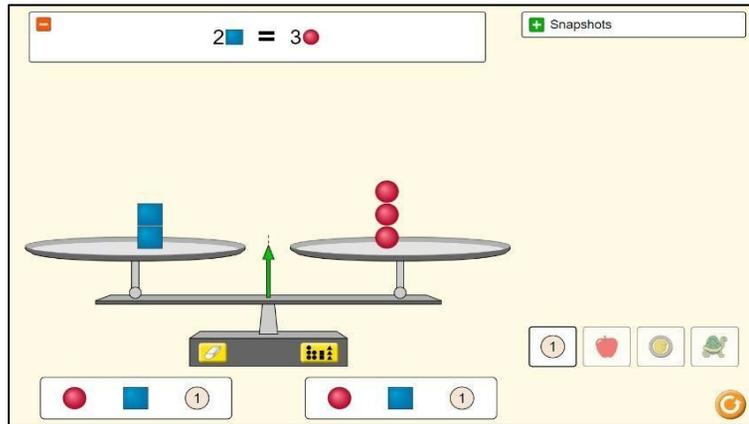
Simulador Equality Explorer



*Nota.* Se muestra la pantalla de inicio del simulador Equality Explorer, se aprecia sus opciones basics, numbers, variables, operations, solve it.

**Figura 8**

Equivalencias por medio de la Opción Basics dentro del simulador Equality Explorer.



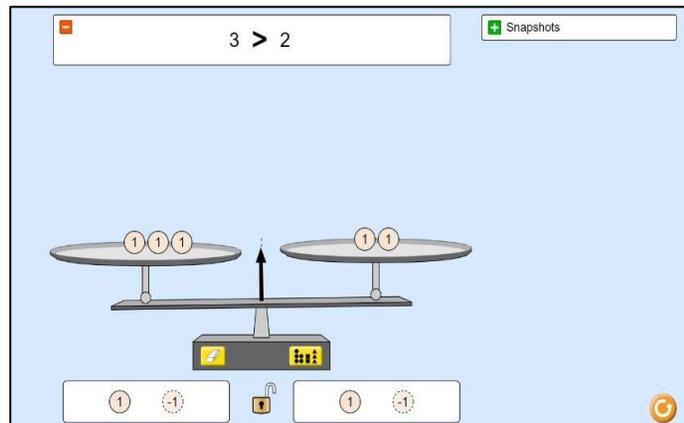
*Nota.* Se muestra la opción Basics dentro de Equality Explorer, en esta opción los estudiantes pueden trabajar con los objetos que aparecen en la imagen e ir colocándolos en la balanza y de esa manera determinen el balance o desbalance entre ellos.

### 3.1.2. Desigualdades

Se encuentra presente la opción Numbers, en donde los estudiantes dejan a un lado el trabajo con objetos vistosos y concretos como en la opción Basics, para trabajar con números y los conceptos de igualdad o desigualdad.

**Figura 9**

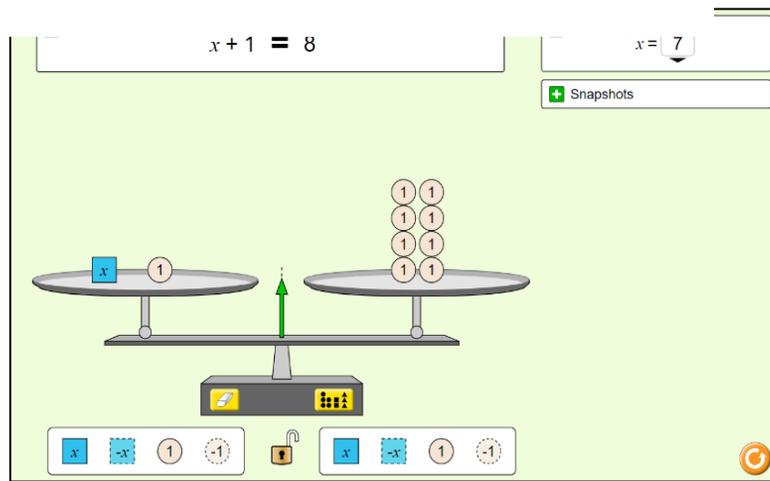
Opción Numbers en el simulador Equality Explorer.



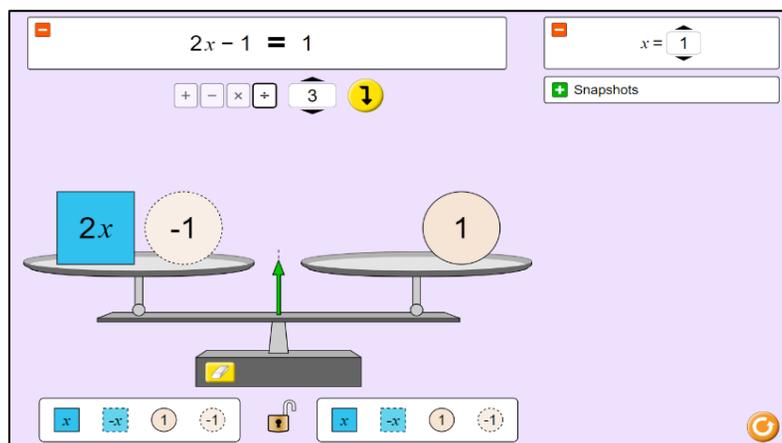
### 3.1.3. Igualdades -Ecuaciones

El estudiante puede manipular virtualmente variables la cual tiene un valor que puede se puede modificar en el lado superior derecho, el estudiante cuenta también con la balanza en donde tendrá que agregar o quitar valores para obtener la igualdad requerida.

**Figura 10**  
Opción Variables en el simulador Equality Explorer.



**Figura 11**  
Opción Operations en el simulador Equality Explorer.



*Nota.* En la figura 11 se realiza una demostración, en donde los estudiantes podrán hacer uso de la combinación de operaciones aritméticas junto a variables para resolver una ecuación.

Los principales objetivos de Equality Explorer son: Permitir que el estudiante solucione y ajuste ecuaciones algebraicas utilizando las características de los números (específicamente, las características inversas de sumar y multiplicar) además de las reglas de igualdad. Además que el estudiante ajuste ecuaciones de álgebra al reemplazar distintos valores en una variable. Así mismo, que emplee el recurso de la balanza para comprender una ecuación con elementos desconocidos, explicando el método utilizado para la resolución, para que , encuentre la solución de una ecuación mediante la aplicación de operaciones aritméticas.

Al analizar los objetivos del simulador Equality Explorer de PhET y los desempeños esperados según el Ministerio de Educación para estudiantes de quinto y sexto grado de primaria revela una correspondencia significativa en términos de habilidades y conceptos matemáticos abordados.

En primer lugar, el simulador tiene como objetivo primordial permitir a los estudiantes resolver ecuaciones algebraicas mediante la aplicación de propiedades numéricas y reglas de igualdad. Esta coincidencia se alinea estrechamente con los desempeños esperados, que enfatizan la capacidad de traducir datos en ecuaciones y sustentar el significado de las variables utilizadas en el proceso.

Asimismo, el énfasis del Equality Explorer en el uso de la balanza como recurso visual para comprender ecuaciones con elementos desconocidos se alinea con la expectativa del Ministerio de Educación de que los estudiantes apliquen estrategias heurísticas y operativas para calcular el valor de una incógnita en una ecuación. Esta correspondencia proporciona a los estudiantes una herramienta tangible y práctica para explorar conceptos abstractos de una manera más concreta y comprensible.

Finalmente, otro punto de comparación relevante radica en la capacidad del simulador para que los estudiantes sustenten sus entendimientos y predicciones sobre elementos en una secuencia, así como sobre lo que sucede en situaciones de modificación de cantidades en una desigualdad. Esta habilidad se alinea estrechamente con la expectativa del Ministerio de que los estudiantes justifiquen sus razonamientos mediante ejemplificaciones, operaciones matemáticas o propiedades de equivalencia. Ambos enfoques enfatizan la importancia de la

argumentación y la justificación en el proceso matemático.

### **3.2. El simulador virtual PhET en el desarrollo del pensamiento algebraico en el nivel primario**

Durante los últimos años, se han llevado a cabo varios estudios y proyectos que exploran cómo la incorporación dentro del ámbito de las TIC, especificando la utilización de simulaciones interactivas, como las ofrecidas por PhET, añade valor al proceso de enseñanza y aprendizaje, asimismo se observa un interés creciente en entender cómo la integración de estos elementos puede resultar beneficioso para enriquecer las habilidades matemáticas y mejorar la experiencia educativa.

El estudio de Da Silva (2021) tuvo como objetivo principal de la investigación emplear el Simulador PhET en la educación básica para enseñar y aprender ecuaciones de primer grado con problemas contextualizados, durante el período de clases no presenciales. La investigación se llevó a cabo mediante video clases que repasaban el contenido de ecuaciones de primer grado, explicando cómo usar el Simulador PhET, incluso en modo fuera de línea, la video clase incluyó la presentación del Simulador PhET, explorando sus aplicaciones en el ámbito de las matemáticas, específicamente en relación con las ecuaciones de primer grado. Durante la presentación, se detallaron aspectos como cómo acceder al simulador, cómo utilizarlo de manera efectiva, cómo aprovechar las simulaciones en modo offline y se resaltaron las ventajas de este recurso. También se abordaron temas como la realización de simulaciones y los beneficios de incorporar interactividad en las clases, entre otros. En la descripción del video, se incluyó un enlace para facilitar a los estudiantes el acceso al Simulador PhET.

Se realizó una encuesta al profesor responsable para comprender su percepción de las matemáticas y el uso de tecnologías en sus clases. Además, se aplicaron dos cuestionarios a los alumnos: uno para diagnosticar su aprendizaje del contenido y sus dificultades en el aprendizaje de matemáticas, y otro evaluativo para verificar las mejoras observadas por los alumnos tras el uso del simulador y sus dificultades para utilizarlo. Da Silva menciona que los estudiantes se sintieron atraídos por la idea de incorporar el Simulador PhET en sus estudios de ecuaciones de

primer grado. La mayoría se manejó fácilmente en el simulador, siendo un entorno intuitivo para la generación actual. En la aplicación de los problemas con ecuaciones, los estudiantes tuvieron entre un 33% y 50% de errores en su desarrollo. Sin embargo, tuvieron un buen porcentaje de respuestas correctas en las preguntas realizadas cuando utilizaron el Simulador PhET, lo cual indica que el simulador fue una herramienta eficaz para la representación de las ecuaciones y la observación de las interacciones. El análisis se basó en las respuestas de los formularios y en las opiniones de teóricos sobre los temas discutidos. Según sus respuestas en el cuestionario, apreciaron la naturaleza dinámica y visual del simulador, permitiéndoles hacer anotaciones y compartir su proceso con los profesores. La opción de uso offline fue especialmente beneficiosa para aquellos con limitaciones de acceso a internet y para los profesores de escuelas públicas donde la conexión suele ser limitada. Cuando el alumno puede representar el mismo contenido de diferentes maneras, amplía su conocimiento sobre el tema estudiado. Así, usar el simulador virtual PhET como un soporte metodológico para la representación y observación de las ecuaciones ayuda a comprender mejor el contenido (Da Silva, 2021).

Colorado y Manosalva (2021) realizaron un estudio donde sostienen que el desarrollo de competencias matemáticas es crucial para el éxito académico, personal y profesional del ser humano. Entre estas competencias, el manejo de fracciones es fundamental para mejorar el cálculo matemático. La propuesta se centraba en emplear simuladores para fortalecer las habilidades matemáticas. A través de las observaciones detalladas, se evidenció que el cambio en las estrategias educativas tuvo efectos positivos en el aprendizaje infantil. Habilidades como seguir instrucciones, autonomía y trabajo en equipo se fortalecieron con la propuesta implementada, resaltando el papel esencial de herramientas digitales, en particular los simuladores, en la formación integral de los estudiantes. Se notó una mayor concentración y responsabilidad, indicando una comprensión más profunda de los temas estudiados.

Los datos recopilados de los diarios de campo y las fichas de observación concluyen que la incorporación de herramientas digitales, como los simuladores, como apoyo académico, contribuye de manera efectiva al logro de los objetivos del aprendizaje significativo. La metodología lúdica y didáctica de los simuladores generó una nueva actitud en los estudiantes,

quienes percibieron el proceso de enseñanza como divertido e innovador, facilitando la formación de hábitos que impulsan un aprendizaje genuino basado en sus propias competencias. Adicionalmente, el uso de PhET en la enseñanza de matemáticas promueve una educación más personalizada, permitiendo a los estudiantes explorar y aprender a su propio ritmo, lo que resulta en una mejor retención del conocimiento y una mayor capacidad para aplicar lo aprendido en situaciones reales (Colorado y Manosalva, 2021).

El estudio de Díaz (2018) demostró que el uso del simulador PhET mejora significativamente el aprendizaje de fracciones equivalentes, como lo evidencian las calificaciones más altas en el grupo experimental (promedio de 9.19) en comparación con el grupo de control (promedio de 8.65). La incorporación de objetos virtuales de aprendizaje en matemáticas, específicamente a través del simulador PhET, no solo incrementó la motivación de los estudiantes, sino que también fomentó un enfoque más interactivo y visual en la educación, acorde con las tendencias actuales de los alumnos. Esta herramienta tecnológica, al facilitar un aprendizaje más activo y participativo, ha demostrado ser eficaz para mejorar la participación, el interés y el rendimiento de los estudiantes en matemáticas, subrayando la importancia de integrar las TIC en los procesos educativos modernos.

Cusme (2022) menciona en su investigación que el uso apropiado de la herramienta tecnológica PhET como estrategia didáctica ha demostrado ser eficaz para cultivar habilidades y destrezas en el aprendizaje activo de las matemáticas. La implementación en el aula ha resultado efectiva, mejorando el rendimiento académico, según indicaron las entrevistas a los docentes y los resultados obtenidos durante la ejecución de la propuesta. Guanotuña, et al. (2023) menciona que el docente debe renovar su enfoque educativo, especialmente en matemáticas, donde el uso de nuevas tecnologías, como se destacó con PhET, es crucial. según sus resultados al estar PhET disponible en línea, se distingue por su fácil accesibilidad y diversas aplicaciones en varias disciplinas. El simulador de fracciones y números mixtos desempeñó un papel significativo en la comprensión y contextualización del tema, ofreciendo utilidad en diferentes momentos de la clase y facilitando experiencias de aprendizaje, la construcción de conceptos y la evaluación continua.

## CONCLUSIONES

1. La caracterización del pensamiento algebraico en estudiantes de nivel primario ha revelado aspectos fundamentales sobre cómo los niños de esta etapa abordan y comprenden conceptos algebraicos. La introducción temprana de conceptos algebraicos enriquece el pensamiento lógico y analítico, facilitando un mejor entendimiento de otras disciplinas que requieren de habilidades analíticas y de resolución de problemas. El desarrollo del pensamiento algebraico en la educación primaria es crucial para eliminar las barreras de aprendizaje que muchos estudiantes enfrentan en etapas educativas posteriores, cuando se encuentran con conceptos algebraicos más complejos.
2. La implementación de simuladores PhET es una valiosa alternativa para enseñar matemáticas y promover el pensamiento algebraico en alumnos del quinto ciclo de educación primaria. Estos recursos ofrecen experiencias de aprendizaje interactivas y personalizadas difíciles de replicar en aulas tradicionales. La flexibilidad, accesibilidad y su interactividad contribuyen a un aprendizaje dinámico y adaptado a cada estudiante, siendo esenciales en la educación actual, donde la tecnología desempeña un papel clave. Su relevancia se ha demostrado enriquecedora, proporcionando experiencias prácticas y seguras que permiten a los estudiantes explorar conceptos complejos, especialmente en áreas como las ciencias donde la experimentación práctica es fundamental.
3. Los estudios referentes a la implementación de actividades de aprendizaje implementando los simuladores como PhET, han demostrado ser efectivas en la estimulación y mejora del pensamiento algebraico entre los estudiantes, permitiendo mejorar su motivación, interacción en clases, dedicación en la realización de sus tareas. Dichas actividades no solo refuerzan el aprendizaje de conceptos y habilidades algebraicas, fomentan la curiosidad, el razonamiento crítico y la capacidad de resolver problemas de forma creativa.

## REFERENCIAS

- Aguilar, L., y Otuyemi, E. (2020). Análisis documental: importancia de los entornos virtuales en los procesos educativos en el nivel superior. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 57-77. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7659491>
- Aké, L. (2019). Conocimiento matemático de maestros en formación sobre la simbología algebraica. *Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 10(19), 55-70. [https://www.rediech.org/ojs/2017/index.php/ie\\_rie\\_rediech/article/view/506/853](https://www.rediech.org/ojs/2017/index.php/ie_rie_rediech/article/view/506/853)
- Alvites, C. (2017). Herramientas TIC en el aprendizaje en el área de matemática: Caso Escuela PopUp, Piura-Perú. Hamut'ay, Revista semestral de divulgación científica, 4(1), 18-30. <http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/HAMUT/article/view/1393/1358>
- Bastidas Ocles, F. C. (2023). La motivación en los aprendizajes de ecuaciones e inecuaciones de primer grado en el Noveno Año de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Víctor Manuel Guzmán” en el periodo académico 2022-2023. [Tesis de Bachiller, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13919>
- Calandra, P. y Araya M. (2009). Conociendo las TIC. Universidad de Chile. <https://libros.uchile.cl/files/presses/1/monographs/243>
- Coloma, M., Labanda, M., Michay, G., y Espinosa, W. (2020). Las Tics como herramienta metodológica de la matemática. *Espacios*, 41(11), 17-15. <https://revistaespacios.com/a20v41n11/a20v41n11p07.pdf>
- Cacha, Y. y Zuñiga, R. (2021). Uso del simulador PHET para la enseñanza-aprendizaje de una competencia matemática. [Tesis de licenciatura. Universidad de ciencias y humanidades] [https://repositorio.uch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12872/655/Cacha\\_YJ\\_Zu%c3%bliga\\_RM\\_tesis\\_educacion\\_primaria\\_interculturalidad\\_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12872/655/Cacha_YJ_Zu%c3%bliga_RM_tesis_educacion_primaria_interculturalidad_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Concha, C. (2018). Uso de entornos virtuales y el fortalecimiento del aprendizaje colaborativo en los estudiantes de primer ciclo de la facultad de derecho de la Universidad Particular de San Martín de Porres Periodo 2016 - II. [Tesis de Maestría, Universidad Inca Garcilaso de la Vega]. [http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/4482/TESIS\\_CONCHA\\_CARMEN.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/4482/TESIS_CONCHA_CARMEN.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Camacho P. A. y Medina P. (2022). Simuladores virtuales para la transferencia de conocimientos sobre números enteros. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria*

- Cumbal, P. (2020). Guía didáctica para la utilización de simuladores virtuales como recurso didáctico para fortalecer el aprendizaje de Física en los estudiantes de octavo semestre de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Matemática y Física de la Universidad Central del Ecuador en el periodo 2020-2020. [Tesis de Licenciatura, Universidad Central del Ecuador] <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/22377/1/T-UCE-0010-FIL-997.pdf>
- Cusme Molina, M. M. (2022). Simulador Phet como metodología activa en la enseñanza de Matemática [Tesis de maestría, Universidad Tecnológica Indoamérica]. <https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/2949>
- Da Silva, J. (2021). Simulações Phet no ensino e aprendizagem de equação do 1º grau com problemas contextualizados no 8º ano do ensino fundamental na modalidade não presencial [Tesis de Licenciatura, Universidade do Estado do Amazonas]. <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/handle/riuea/4020>
- De Mendoza, A. (8 de noviembre de 2021). Unicef. <https://www.unicef.org/peru/historias/educacion-tecnologia-en-tiempos-covid19>.
- Díaz, A., Vázquez, I., Olguín, Z. y Arau, A. A. (2018). Enseñanza-aprendizaje a nivel posgrado con la aplicación Youtube. *Innovación educativa. Avances de cuerpos académicos en casos y aplicaciones* (pp.117-123).
- Fernández Cruz, F.J., Fernández Díaz, M.J. y Rodríguez Mantilla, J.M. (2018). El proceso de integración y uso pedagógico de las TIC en los centros educativos madrileños. *Educación XXI*, 21(2), 395-416. <http://doi:10.5944/educXX1.17907>
- Fernández, S., y Arréguez, S. (2020). Edmodo como aula virtual para expandir la formación universitaria. *Revista de Investigación del Departamento de Humanidades y Ciencias Sociales* (18), 117-137. <https://www.redalyc.org/journal/5819/581964790007/html/>
- Gascón, D. (2018). El uso de las TIC en la enseñanza de las Matemáticas en Educación Primaria: aplicación a las fracciones. [Trabajo de fin de Grado. Universidad de Valladolid]. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/34939/TFG-O-1471.pdf?sequence=1>
- Godino, J., Aké, L., Gonzato, M., y Wilhelmi, M. (2014). Niveles de algebrización de la actividad matemática escolar. Implicaciones para la formación de maestros. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(1), 199-219. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/287515>

- González, J., y Granera, J. (2021). Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) para la enseñanza-aprendizaje de la Matemática. *Revista Científica de FAREM-Esteli*, 49-62. <https://www.lamjol.info/index.php/FAREM/article/download/11607/13475?inline=1>
- Guaypatin O., Molina, J. S. y Pérez, M. M. (2017). Una aproximación a la aplicación de las TICS en la didáctica de la matemática. *Ciencias Sociales y Económicas*, 1(2), 65-83. <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/csye/article/view/258>
- Guanotuña, G., Heredia, L., García, I. y Lara, L. (2023). Simulador PHET, una herramienta de gamificación para el aprendizaje de las matemáticas: *Revista Social Fronteriza* 3(1), 97 – 113. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7552868>
- Jiménez, J. (2015). Estudio sobre los estándares TIC en educación en los futuros docentes de la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid. [Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/30925/1/T36158.pdf>
- Kraus, G., Formichella, M., y Alderete, M. (2019). El uso del Google Classroom como complemento de la capacitación presencial a docentes de nivel primario. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología* (24), 79-90. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-99592019000200010](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-99592019000200010)
- Ministerio de Educación. (2016). Currículo Nacional de Educación Básica Regular. MINEDU, Lima. <http://www.minedu.gob.pe/curriculo/>
- Ministerio de Educación. (24 de noviembre de 2022). MINEDU. <http://www.minedu.gob.pe/superiorpedagogica/eva/>
- PhET (29 de octubre de 2023). Acerca de PhET. [https://phet.colorado.edu/es\\_PE/about](https://phet.colorado.edu/es_PE/about)
- Pincheira, N., y Alsina, Á. (2021). Hacia una caracterización del álgebra temprana a partir del análisis de los currículos contemporáneos de Educación Infantil y Primaria. *Educación Matemática*, 153-180. [http://www.revista-educacion-matematica.org.mx/descargas/vol33/1/06\\_REM\\_33-1.pdf](http://www.revista-educacion-matematica.org.mx/descargas/vol33/1/06_REM_33-1.pdf)
- Rosales, O. (2020). Entornos Virtuales de Aprendizaje en el Profesorado en Educación Primaria. *Revista Científica Internacional*, 3(1), 111-116. <https://www.revista-cientifica-internacional.org/index.php/revista/article/view/26/70>
- Sánchez Duarte, E. (2008). Las tecnologías de información y comunicación (TIC) desde una perspectiva social. *Revista Electrónica Educare*, 12, 155-162. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194114584020>
- Tuesta, J. (2021). Nivel de uso de las TICS y su relación con el aprendizaje significativo en el

- área de matemática de los estudiantes del 5to y 6to grado “a” y “b” de educación primaria de la institución educativa Champagnat, Tacna – 2021. [Tesis de Licenciatura, Universidad Privada de Tacna, Tacna].  
<https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2188>
- Van de Walle, J. A., Karp, K. S., y Bay-Williams, J. M. (2014). Elementary and middle school mathematics. Pearson.
- Vélez, M., y Erazo, J. (2022). Laboratorios virtuales una estrategia didáctica para la enseñanza en la carrera de Medicina. *Polo del conocimiento*, 7(8), 2654-2673.  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9042845.pdf>
- Vergel, R., Rojas, P. y Radford, L. (2022). Zona conceptual de formas de pensamiento aritmético "sofisticado" y proto-formas de pensamiento algebraico: una contribución a la noción de zona de emergencia del pensamiento algebraico. *Bolema*, 36(74), 1174-1192,  
<https://www.scielo.br/j/bolema/a/vj9J4nRpz5tgZ7msqNrS5Ym/abstract/?lang=es>