



**FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS SOCIALES  
ESCUELA PROFESIONAL DE EDUCACIÓN  
PRIMARIA E INTERCULTURALIDAD**

**TESIS**

**Para optar el título profesional de Licenciado en Educación  
Primaria e Interculturalidad**

Uso del simulador PHET para la enseñanza-aprendizaje de una  
competencia matemática

**PRESENTADO POR**

Cacha Nuñez, Yesbany Jouleysi  
Zuñiga Quispe, Roxana Milagros

**ASESOR**

Gonzales Choquehuanca, Elvis Eleodoro

**Los Olivos, 2021**

## RESUMEN

La innovación tecnológica para la enseñanza-aprendizaje es un recurso indispensable en el marco de la educación virtual, donde el mayor reto es la interacción y manipulación de material concreto. Y dentro de los diversos recursos tecnológicos existen los simuladores, cuyas características brindan estrategias para su uso en diferentes áreas de la Educación Básica Regular (EBR) resaltando el área de matemática que necesita ejemplos más realistas. Por ello, la presente investigación tiene como finalidad determinar los efectos del simulador virtual *PhET* sobre el desarrollo y fortalecimiento de las competencias matemáticas, centrando la atención en una de ellas: Resolución de problemas de cantidad. Según el objetivo, esta investigación está orientada mediante el enfoque mixto secuencial de tipo explicativo y diseño cuasi experimental, con Pre-Test y Post-Test para el grupo de control y experimental. Además, se aplicó una entrevista semiestructurada a la docente para recoger sus conclusiones; posteriormente se analizaron los datos mediante codificación y triangulación. La población estuvo conformada por estudiantes del nivel primario, de una Institución Educativa Particular del Callao – Perú, la muestra se constituyó por 34 estudiantes de quinto grado para el estudio cuantitativo y el docente de matemática de ambas secciones para el estudio cualitativo. Al concluir los estudios se obtuvo como resultado que la aplicación del simulador permitió desarrollar de forma significativa la competencia “Resuelve problemas de cantidad” del grupo experimental a diferencia del grupo de control.

*Palabras clave:* Tecnología de la educación, matemáticas, educación primaria.

## ABSTRACT

Technology innovation for Teaching-Learning process is an essential resource for the virtual education framework, in which the greatest challenge is the interaction and concrete material manipulation. There is a variety of technological resources amongst which appears Simulation. Simulation features provide useful strategies for diverse areas of Basic Education EBR. Mathematics is the area that needs more realistic examples. In that line, the objective of this research is to determine the effects of Virtual Simulation *PhET* on the development and reinforcement of Mathematics competencies especially focusing on one of them: Solving quantity problems. Due to the objective, this research has been done according to the Sequential mixed approach of Explanatory type and quasi-experimental design, using Pre-Test and Post-Test for the control group and experimental group. In addition, a semistructured interview was applied to the classroom teacher to collect her conclusions; subsequently, the data were analyzed through coding and triangulation. The study population was made up of primary students from a private school in the city of Callao, Peru. The sample was composed of 34 students of two classes of fifth grade of primary for the quantitative study; and both classes Mathematics teacher for the qualitative study. At the end of both studies the result was that the application of the Simulation provided to significantly develop the competency "Solving quantity problems" in the experimental group in contrast to the control group.

*Keywords:* Educational technology, mathematics, primary education.

<b>Contenido</b>	
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Competencia matemática resuelve problemas de cantidad</b>	<b>10</b>
<b>1.2 Simulador PhET</b>	<b>12</b>
<b>2. METODOLOGÍA</b>	<b>17</b>
<b>3. DISEÑO</b>	<b>17</b>
<b>4. PARTICIPANTES</b>	<b>17</b>
<b>5. INSTRUMENTOS DEL ESTUDIO 1</b>	<b>17</b>
<b>5.1. Pre-Test para evaluar la competencia “Resuelve problemas de cantidad”</b>	<b>18</b>
<b>5.2. Post Test para evaluar la competencia “Resuelve problemas de cantidad”</b>	<b>18</b>
<b>6. INSTRUMENTO DEL ESTUDIO 2</b>	<b>19</b>
<b>7. PROCEDIMIENTO</b>	<b>19</b>
<b>8. RESULTADOS DEL ESTUDIO 1</b>	<b>20</b>
<b>8.1. PRE-TEST Y POST-TEST</b>	<b>20</b>
<b>8.2. COEFICIENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>21</b>
<b>9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO 2</b>	<b>22</b>
<b>9.1. ESTRATEGIA DIDÁCTICA</b>	<b>22</b>
Las estrategias didácticas se adaptan a la modalidad virtual	22
El uso del simulador es una estrategia didáctica favorable	23
<b>9.2. TRADUCE CANTIDADES A EXPRESIONES NUMÉRICAS</b>	<b>24</b>
La comprensión del problema asegura el uso del lenguaje matemático	24
El simulador favorece el cambio de modelos matemáticos a problemas de la vida real	24
<b>9.3. COMUNICA SU COMPRENSIÓN SOBRE LOS NÚMEROS Y LAS OPERACIONES</b>	<b>25</b>
La creación de un problema genera el uso del lenguaje matemático	25
El diseño del simulador ayuda realizar traducciones matemáticas	26
<b>9.4. TECNOLOGÍA EDUCATIVA</b>	<b>27</b>
El uso de tecnología como soporte para la enseñanza y aprendizaje	27
Los recursos tecnológicos favorecen la enseñanza de las matemáticas	27
<b>9.5. USA ESTRATEGIAS Y PROCEDIMIENTOS DE ESTIMACIÓN Y CÁLCULO</b>	<b>28</b>
Uso de diversas estrategias para desarrollar la estimación y cálculo mental	28
<b>9.6. ARGUMENTA AFIRMACIONES SOBRE LAS RELACIONES NUMÉRICAS Y LAS OPERACIONES</b>	<b>29</b>
Las estrategias heurísticas motivan a justificar la resolución de un problema	29
La socialización es la mejor estrategia para argumentar	29
<b>10. CONCLUSIONES</b>	<b>30</b>
<b>11. REFERENCIAS</b>	<b>32</b>

**Lista de Figuras**

Figura 1	Captura de la página de inicio del simulador.....	13
Figura 2	Presentación de las 5 diferentes áreas. ....	13
Figura 3	Simulación “Emparejador de fracciones” .....	14
Figura 4	Resultados del Pre y Post Test del grupo experimental.....	20
Figura 5	Resultados del Pre-Test y Post Test del grupo de control.....	21
Figura 6	Codificación selectiva correspondiente a la categoría “Estrategia didáctica” .....	26
Figura 7	Codificación selectiva correspondiente a la categoría “Tecnología educativa” .....	30

**Lista de Tablas**

Tabla 1:	Resumen de resultados comparativos de grupos .....	22
----------	--	----

## INTRODUCCIÓN

En una institución educativa del Callao, Perú se ha trabajado con la modalidad de educación virtual desde que la Resolución Ministerial N° 160-2020-MINEDU así lo dispuso. En esta institución los docentes se han adaptado a la educación virtual y han aprendido a usar algunas herramientas digitales, adoptando nuevas metodologías. Sin embargo, en el área de matemática se ha evidenciado que los estudiantes no aprenden significativamente, debido a que el aprendizaje de matemática requiere la continuidad de los pasos, siendo el más importante: La manipulación de material concreto. Sin este proceso los estudiantes están aprendiendo de la forma tradicional y de manera abstracta, dejando de cumplir el objetivo que plantea el Ministerio de Educación (MINEDU), por tal motivo, es clave la guía y apoyo a los estudiantes en esta nueva modalidad educativa. En consecuencia, se investigaron los efectos de una plataforma denominada simulador virtual *Physics Education Technology (PhET)* sobre el desarrollo y fortalecimiento de las competencias matemáticas, centrando la atención en una de ellas: Resolución de problemas de cantidad, donde se debe expresar las relaciones de números y operaciones a través de simulaciones, sin necesidad de tener material concreto, sino usando de forma correcta y mediada el simulador.

Tal como se menciona en una investigación, la aplicación de este simulador *PhET* permite un aprendizaje activo y acrecienta la participación del estudiante captando su interés con diferentes ejercicios divertidos de resolver (Díaz, 2017). Otra investigación señala que los simuladores educativos como el *PhET* muestran un cambio en la enseñanza-aprendizaje, dejando de lado lo tradicional. Por ello constituye un avance prioritario en la tecnología del área; pues se sabe que los estudiantes son nativos digitales (Paidá y Calvache, 2019). Y un último estudio señala que usar como estrategia la simulación *PhET* será una oportunidad para mejorar el desarrollo de la Enseñanza-Aprendizaje (E-A) en las áreas relacionadas a la matemática y la ciencia (Vargas, 2020).

En cuanto a la delimitación de la problemática, en el aspecto teórico, se sustenta que el desarrollo de nuevas tecnologías brindan diferentes espacios en este ámbito; entre las estrategias didácticas están: Los simuladores interactivos que se utilizan para la experimentación, exploración y el descubrimiento garantizan un aprendizaje significativo, como el simulador *PhET*, que fortalece el aprendizaje de las matemáticas basados en las competencias que presenta el MINEDU(2016) en el Currículo Nacional de la Educación Básica. De acuerdo con esto, la presente investigación se llevó a cabo en una Institución Educativa Privada del Departamento Regional de Educación del Callao

(DREC), ubicada en la intersección Félix Pasache y Aida de Sotomayor S/N Urb. Confecciones Militares del distrito de Bellavista, Provincia Constitucional del Callao (Perú). Asimismo, este estudio tuvo una duración de nueve meses aproximadamente, que inició con la elaboración y aprobación del proyecto, terminando con la sustentación de la tesis en el año 2021.

La población de interés son estudiantes varones y mujeres del quinto grado de educación primaria de una Institución Educativa privada del Callao.

El problema general del estudio es ¿Cuál es el efecto de la aplicación del simulador *PhET* en el desarrollo de la competencia matemática “Resuelve problemas de cantidad” en la educación virtual en estudiantes del quinto grado de educación primaria en una institución educativa del Callao? Mientras que los problemas específicos son ¿Cuál es el efecto del simulador *PhET* como estrategia didáctica sobre la traducción y comunicación de números y sus expresiones en educación virtual en estudiantes del quinto grado de educación primaria en una institución educativa del Callao? y ¿Cuál es el efecto del simulador *PhET* como tecnología educativa sobre el uso de estrategias y argumentación de relaciones numéricas en educación virtual en estudiantes del quinto grado de educación primaria en una institución educativa del Callao?

Según los problemas de investigación expuestos, se pueden mencionar antecedentes nacionales, por ejemplo: Una investigación de La Libertad-Perú, los docentes de una escuela tenían poco conocimiento sobre el enfoque y uso de los procesos didácticos en la competencia de resolución de problemas de cantidad. Por ello se ejecuta un Plan de monitoreo, acompañamiento y evaluación; que tiene como resultado fortalecer el acto educativo desde la práctica de los docentes y que el director use correctamente los momentos de reflexión-crítica para beneficio de la enseñanza aprendizaje de la competencia matemática, evidenciándose su importancia (Silva, 2018).

Asimismo, en otra investigación cualitativa, se demuestra que, aplicando estrategias de cumplimiento de procesos didácticos en la matemática, se mejoró el nivel de logro del alumno y el seguimiento a los docentes, fortaleciendo los acuerdos de convivencia, lograron la enseñanza aprendizaje de la competencia: Resuelve problemas de cantidad. Se tomó como muestra a 4 docentes de educación primaria (Aguilar, 2018). Por su parte, en un estudio cuasiexperimental en Ancash, Perú se indica que la resolución de problemas en las matemáticas influye significativamente en el aprendizaje de dicha área, la muestra se da en estudiantes del cuarto grado, concluyendo que gracias al método

Polya para resolver problemas, los alumnos mejoraron en las cuatro competencias (Añaños y Asencios, 2018).

Además, en otra investigación experimental se evidencia que, antes de ejecutar estrategias lúdicas con estudiantes de una escuela, todos se encontraban en el nivel “en proceso”. Se evidencio un incremento notable después de aplicar estas estrategias, donde un 100% se ubica en el nivel logro “previsto”. Esta investigación concluye que la ejecución de las estrategias lúdicas, favorece el mejoramiento de la competencia: Resuelve problemas de cantidad (Aliaga, 2017). Por otro lado, una investigación cuasi experimental, que tiene como finalidad demostrar la validez del uso de simuladores en el aprendizaje de una competencia del curso de física elemental, demuestra que el empleo de simuladores es efectivo como método de enseñanza en dicha área, aplicando pruebas de Pre test y Post test en un grupo de control y otro experimental (Trujillo, 2019).

Según los antecedentes internacionales, en una investigación experimental se realizó una evaluación Pre test y Pos test, para determinar si al aplicar el simulador *PhET* tiene efecto positivo en la enseñanza - aprendizaje de fracciones equivalentes. Se concluyó que el rendimiento académico para el grupo 1 tuvo un efecto negativo, evidenciando que no mejoró con la aplicación del simulador *PhET* en la enseñanza de dicho tema, mientras que para el grupo 2 si mejoró significativamente (Díaz, 2017). Asimismo, en otra investigación cualitativa donde el objetivo principal es determinar el uso de simuladores para el aprendizaje de las leyes de Newton, obtuvieron que no se aplican los simuladores en las instituciones, por lo tanto, se exige que los estudiantes puedan observar los sucesos referentes a los temas aprendidos. Siendo la conclusión, implementar el uso de simuladores con una guía que facilite su aplicación, buscando la mejora del acto educativo (Vargas, 2020).

Además, en una investigación cuasi-experimental, donde busca determinar la influencia de la aplicación del simulador en la enseñanza del movimiento parabólico, aplicándose en 2do “A” y 2do “B” de secundaria, se evidencia que sí influye en el proceso de E.A. de dicho tema; esto se concluye gracias a la comparación entre los resultados del Pre Test y Post Test (Paidá y Calvache, 2019). Por su parte, otro estudio cuasi-experimental, que tiene por objetivo señalar la influencia en la enseñanza de cargas eléctricas, fue aplicada a 31 estudiantes del grupo experimental y 30 estudiantes del grupo de control, se evidenció como resultados que el grupo control obtuvo una nota promedio de 6,10/10 mientras que el grupo experimental 8,55/10. Por ello se concluye que el

simulador sí beneficia el aprendizaje del grupo experimental por haber obtenido una nota más alta (Yáñez, 2018). A modo de cierre, en una investigación cualitativa, que presenta como objetivo analizar el uso de la simulación *PhET* para ayudar en los procesos de enseñanza y aprendizaje, su la población fue de 23 estudiantes, tomando como muestra a 9 de ellos. Se llegó a la conclusión que los estudiantes aceptan trabajar con actividades utilizando la herramienta *PhET*, porque permite estimularlos en su aprendizaje (Reiss y Rehfeldt, 2019).

Según las bases teóricas, el proceso de enseñanza-aprendizaje, busca poner al estudiante como protagonista para desarrollar los conocimientos, siempre que sea con la mediación de un docente. Se puede relacionar el término de enseñanza al docente y el de aprendizaje al estudiante, pero no es limitado, ya que ambos se enriquecen en el desarrollo. Este proceso no se da solamente en la escuela, sino también en la comunidad o en la familia (educación no escolarizada), con ello se busca formar mejores ciudadanos (Abreu et al., 2018). La presencia de las matemáticas está articulada a todos los currículos, los aspectos que influyen en su desarrollo son los paradigmas de los docentes, su formación, el manejo de su inteligencia emocional y hasta el nivel cultural que tenga; otros aspectos que influyen, son el clima escolar, las condiciones de la institución educativa, el desempeño de directivos, las emociones de los estudiantes, etc.

Ya sean aspectos que influyen directa o indirectamente, la gran pregunta es por qué usar una misma metodología si la realidad de cada escuela es diferente (Cerdea et al., 2016).

En cuanto a la matemática se deduce que es importante no sólo para la escuela sino para la vida, porque está presente en las vivencias diarias y en el proceso de enseñanza - aprendizaje. Como menciona Godino, Batanero y Font (2003):

La persona que sabe matemáticas ha de ser capaz de usar el lenguaje y conceptos matemáticos para resolver problemas. No es posible dar sentido pleno a los objetos matemáticos si no los relacionamos con los problemas de los que han surgido (p. 63).

Por ello, las creencias o paradigmas de los docentes juegan un rol fundamental, por la forma como reciben e imparten los conceptos matemáticos para influir directamente en el aprendizaje de sus estudiantes. Este proceso se va fortaleciendo con metodologías como la de Singapur, donde dejan de lado la automaticidad para tener como eje al razonamiento, usado también en el sistema finlandés. Dichas metodologías son reforzadas por la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, aprendizaje por descubrimiento de Bruner, entre otros.



En el enfoque de la matemática es fundamental trabajar con hechos significativos porque al ser resueltos se movilizan aspectos matemáticos, estas situaciones se pueden dar en cualquier parte del entorno de las personas, por ello, la resolución se debe mediar en la práctica de la asociación entre situaciones y operaciones matemáticas. Además, es importante considerar que la matemática se construye al resolver problemas y promoverlas es un rol fundamental del docente, así como el aprendizaje a través del error (MINEDU, 2018). Entonces, se considera que la “resolución de problemas” moviliza el uso de conocimientos matemáticos que han sido adquiridos previamente de forma significativa y que al ser resueltos aportan aprendizaje al estudiante. La resolución de problemas es la forma más clara de medir cuánto conocimiento matemático tiene un niño (Polya, 1965 citado por Ayllón, et al., 2016). Entonces, se comprende que para resolver un problema se pueden usar diferentes estrategias y formas de resolución, así como el ensayo error, siendo común en situaciones diarias (Restrepo, 2017).

Para resolver las matemáticas es necesario desarrollar competencias, según la Real Academia Española, la competencia es una “disputa entre dos o más personas sobre algo o una atribución legítima a un juez para el conocimiento o resolución de un asunto” (Real Academia Española, s.f., definición 1 y 2) esta última se acerca más al uso en la educación. Aunque son diferentes los enfoques donde se abordan, las más importantes son las conductuales, funcionales, constructivistas y complejas. Asimismo, Tobón (2015) en otro estudio relaciona el concepto de competencia con Habermas y Wittgenstein por haberse usado primero en el lenguaje como competencia lingüística, las cuales significan comprender la lengua y la comunicación más allá, de solo seguir las reglas gramaticales. Las exigencias del entorno han hecho que las competencias sean usadas en el campo educativo y que los docentes puedan aplicarlo para desarrollar sus capacidades.

Gracias al aprendizaje por competencias, los docentes están familiarizados con “enseñar para la vida” y no para aprobar el año académico; también para el futuro en alguna carrera profesional o al insertarse en el campo laboral. Por ejemplo, cuando se pide “aprender las tablas de multiplicar” de memoria, esta es una acción que ha llevado a muchos niños y jóvenes a tener problemas con operaciones básicas, en pocas palabras a tenerle temor a las matemáticas (Vaca et al, 2015). La intención de este ejemplo es demostrar que la memoria sirve para el momento, más no para la vida. Sin embargo, esta metodología sigue siendo usada hasta la actualidad por muchos docentes.

Según el MINEDU (2016), la matemática se moviliza a partir de las siguientes competencias: “Resuelve problemas de cantidad, resuelve problemas de regularidad,

equivalencia y cambio, resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambio, resuelve problemas de forma, movimiento y localización; y resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre” (p.34).

Por ello, según Restrepo (2017) estas competencias se comprenden como *“habilidades cognitivas en tanto que se refieren al desarrollo del razonamiento matemático, lo cual implica el dominio conceptual, procedimental, gramatical y deductivo de las matemáticas en los distintos niveles formativos”* (p. 16), usando entonces la matemática como representación de lo que les rodea.

Para evaluar competencias, el MINEDU (2016) propone:

- Comprender la competencia
- Ubicar el estándar en el que se encuentra la competencia
- Usar las situaciones significativas
- Diseñar instrumentos
- Comunicar los criterios de evaluación
- Reconocer el desempeño analizando evidencias.

### **Competencia matemática Resuelve problemas de cantidad**

En el CNEB (2016) esta competencia se basa en que el sujeto logre solucionar o proponer situaciones problemáticas donde pueda formar y entender las nociones de cantidad de manera flexible, es decir, poder descomponer un número de diferentes formas, encontrar equivalencias o al hacer algún cálculo, estimación u operación. Asimismo, logre representar relaciones que involucren el uso de cantidades, es decir, expresarlo en los diferentes lenguajes matemáticos, sea de manera concreta o continua. Se espera que el estudiante pueda decidir si la solución hallada es una aproximación o cálculo exacto, para ello debe seleccionar y emplear diferentes estrategias o procedimientos. En esta competencia el razonamiento es ejercido cuando el estudiante compara, expresa similitudes, utiliza propiedades desde casos específicos, para resolver un problema.

Tomando en cuenta el enfoque presentado en esta área, se entiende que el proceso de enseñanza-aprendizaje debe apoyarse en situaciones reales y significativas, a partir de experiencias en las que se pueda emplear cálculos numéricos simples o complejos, todo dependerá del estilo de aprendizaje y grado del estudiante; asimismo, se debe tener en cuenta la predisposición de aprender. Dentro de la competencia mencionada se definen

las capacidades, que según el MINEDU (2016) son los diferentes medios que el estudiante utiliza para conseguir un propósito; es decir, es todo aquello a lo que uno acude para desarrollar las competencias; siendo éstas más complejas de lograr. Estas capacidades se constituyen en recursos como:

- Conocimiento: Son las teorías, leyes, principios y procedimientos transmitidas por la sociedad en diferentes campos del saber, se debe tener una visión amplia.
- Habilidades: Es el talento, destreza o la aptitud del estudiante para resolver una tarea con éxito, estas pueden ser cognitivas, sociales y motoras.
- Actitudes: Es la disposición, compromiso o iniciativa para actuar ante una situación determinada. Es su forma de pensar o sentir que serán observables en su comportamiento, esto irá cambiando a lo largo del tiempo por medio de las experiencias y la educación recibida.

Es importante desarrollar estos recursos para lograr el desarrollo de la capacidad de una determinada área curricular. Dentro de la competencia “resuelve problemas de cantidad” existen cuatro capacidades que el discente podrá poner en práctica: La primera capacidad es la de convertir del lenguaje matemático al literal y viceversa, aquí se busca que el estudiante pueda cambiar la relación entre la información obtenida y los estados de un problema a un modo numérico y que encuentre relación entre estos. Asimismo, promover situaciones a partir de una circunstancia o un término numérico dado, esto involucra evaluar si el producto cumple con el estado inicial del problema.

La segunda capacidad es la de comunicar su conocimiento sobre los números y las operaciones; aquí se busca que el estudiante pueda comunicar lo que conoce sobre conceptos numéricos, cálculos y propiedades, unidades de medida para verificar la conexión creada entre estos, haciendo uso de términos matemáticos y diferentes representaciones; así como leerlas e interpretarlas numéricamente. La tercera capacidad es la de usar estrategias para estimar y calcular, donde el estudiante puede adaptar, seleccionar, consolidar o crear diferentes estrategias, técnicas, como cálculo escrito y mental, la aproximación, estimación y usar distintos recursos. Finalmente, la cuarta capacidad es la de argumentar afirmaciones sobre las relaciones numéricas y las operaciones, donde el estudiante pueda dar posibles afirmaciones en relación a números reales, sus cálculos y propiedades; además traducir con analogías, demostrarlas, comprobarlas o refutar con ejemplos y contraejemplos.

## Simulador PhET

Los simuladores se presentan como objetos de aprendizaje que permiten modelar hechos de la realidad mediante herramientas digitales o que ilustran situaciones matemáticas (Díaz, 2017) usando imágenes interactivas y actividades a realizarse en tiempo real.

Un simulador es una configuración de hardware y software en la que, mediante algoritmos de estimación y cálculo, se reproduce el comportamiento de un determinado proceso o sistema físico. En este proceso se sustituyen las situaciones reales por otras, creadas artificialmente (Fiallos, 2012 citado en Vargas, 2020, p.43).

El simulador es una herramienta que aporta en el proceso de enseñanza aprendizaje, modelando situaciones de su alrededor y permitiendo al estudiante construir conocimientos a través de la exploración y deducción (Paidá y Calvache, 2019). Y según su definición es “un aparato que reproduce el comportamiento de un sistema en determinadas condiciones, aplicado generalmente para el entrenamiento de quienes deben manejarlo” (Real Academia Española, 2020, s/p).

El nombre del simulador proviene de “Tecnología para la educación de la Física” que poco a poco fue extendido a la aplicación de matemática y descubrimiento del mundo. Específicamente, el simulador *PhET* proporciona experiencias interactivas, llenas de color y movimiento, todas están basadas en situaciones de ciencias y matemática. Todas han pasado por investigaciones para asegurar su eficacia en la educación. Este simulador puede usarse en una computadora o teléfono móvil, sin necesidad de descargar dicha aplicación y su acceso es libre. Fue creado por el premio nobel en el 2002 Carl Wieman. Se caracterizó por tener:

- Gráficos full color
- Diversas herramientas en cada aplicación
- Diversas simulaciones en muchas situaciones de la vida real
- Diversidad de niveles para poder ser aplicada en diferentes grados
- Facilidad para poder usarla
- Presenta objetivos y guías para docentes.
- Se presenta en muchos idiomas

Las áreas o cursos que se pueden trabajar con este simulador son:

- Física
- Química
- Matemática

- Ciencias de la Tierra
- Biología

Para hacer uso del simulador se debe entrar al link [https://phet.colorado.edu/es\\_PE/](https://phet.colorado.edu/es_PE/) y escoger un perfil, docente o estudiante, también se pueden resolver las simulaciones sin registrarse.



Figura 1 Captura de la página de inicio del simulador.

Fuente. *PhET* (2021).

Para seleccionar la simulación se debe ingresar al área que se desea trabajar:

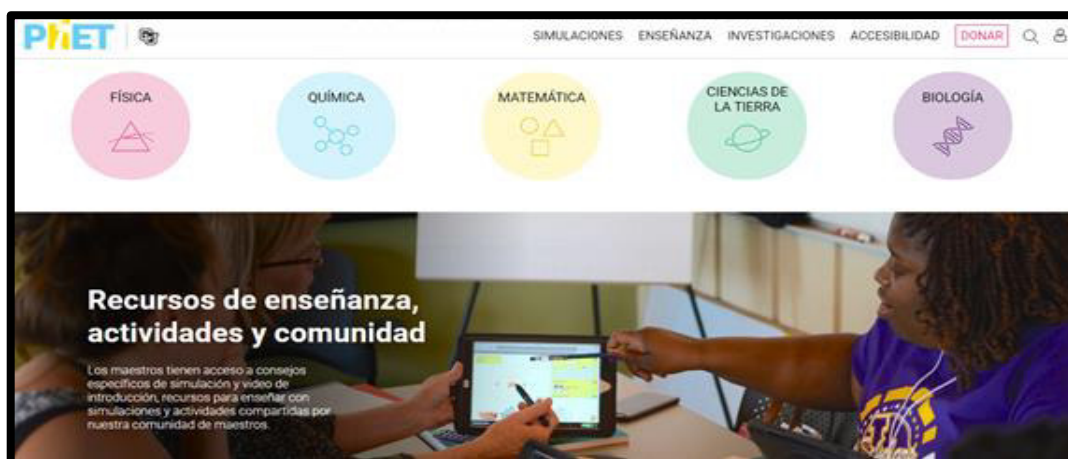


Figura 2 Presentación de las 5 diferentes áreas.

Fuente. *PhET* (2021)

Luego, seleccionar la simulación e inmediatamente se observan las opciones:



Figura 3 Simulación “Emparejador de fracciones”

Fuente. *PhET* (2021).

Como se puede apreciar, por ejemplo, esta simulación de “emparejador de fracciones” tiene las herramientas para poder asignarla a través de diferentes plataformas como *Classroom*, *Facebook*, *Twitter* y *Pinterest*. También, presenta tres subtemas: Números mixtos, fracciones y fracciones equivalentes, en los que se encontrarán actividades para practicar y familiarizarse con su uso, niveles de dificultad, consejos para profesores en PDF, vídeo (instrucciones del juego), objetivos de aprendizaje y simulaciones relacionadas. A su vez, posee gráficos que captan la atención de los estudiantes y sonidos acordes a la actividad que vayan realizando en cada nivel; se puede ir visualizando el puntaje que obtienen respecto a su desempeño (Simulador virtual PhET, 2021).

Asimismo, el simulador es ejecutado como una estrategia didáctica; según Díaz (2017) éstas son recursos que usa el maestro para hacer de su clase un espacio de aprendizaje significativo y lograr que los temas sean aprendidos de forma más consciente. Entonces, bajo el enfoque por competencias, los docentes deben demostrar su capacidad para poder planificar, haciendo uso de una diversidad de estrategias. Así, el simulador *PhET* al ser interactivo, ayuda a visibilizar situaciones abstractas y representar situaciones múltiples por ejemplo al simular la diferencia de pesos en las balanzas, se fija como una excelente estrategia didáctica, presentando simulaciones que apoyan contextos significativos siendo excelentes para el aprendizaje (Yáñez, 2018).

Este simulador también se presenta como tecnología educativa, que es una disciplina que moviliza el uso de medios, páginas web, plataformas interactivas o TIC, en los procesos de E-A para satisfacer necesidades de los estudiantes; así es como se comprende que el uso de tecnología educativa es necesario para brindar una educación

holística e integradora, logrando la innovación educativa (Serrano et al., 2016). Por lo tanto, con el simulador *PhET* se crean promotores de la tecnología educativa, pues estas simulaciones satisfacen las necesidades de representar gráficamente una situación problemática y también de reemplazar el uso del material concreto que posteriormente solucionarán un problema. Siendo los docentes y estudiantes parte de la innovación educativa.

Finalmente, el simulador *PhET* se propone como una herramienta importante para el área de matemática ya que, al presentar nuevas tecnologías, permite innovar desde un diseño de sitio web hasta el uso de softwares como herramientas didácticas, ofreciendo así al docente la ayuda para la construcción del aprendizaje significativo de sus estudiantes. Por lo tanto, el uso de la simulación en esta área brinda beneficios mutuos en esta modalidad educativa virtual, brindando muchos ejemplos didácticos, divertidos, entretenidos y completamente comprensibles donde el usuario podrá sacarle el mayor provecho y podrá comprender el entorno que está intentando descubrir (Díaz, 2017). Además, se puede mencionar que la E-A de las matemáticas por medio de un programa de software que representan simulaciones de la realidad, permitirá a los estudiantes relacionarlos con aspectos de su vida diaria, facilitando la construcción de su conocimiento, con la exploración y la experimentación. Así es, como el uso de la simulación permite que los conocimientos sean más accesibles para los estudiantes, ya que por ser un recurso lúdico lo hace atractivo y favorece su comprensión.

En cuanto al objetivo general de esta investigación, es determinar el efecto de la aplicación del simulador *PhET* en el desarrollo de la competencia matemática “Resuelve problemas de cantidad” en educación virtual con estudiantes del quinto grado de primaria de una institución educativa del Callao. En cuanto a los objetivos específicos, el primero es: Establecer el efecto del simulador *PhET* como estrategia didáctica sobre la traducción y comunicación de números y sus expresiones en educación virtual en estudiantes del quinto grado de educación primaria en una institución educativa del Callao. El segundo objetivo específico: Establecer el efecto del simulador *PhET* como tecnología educativa sobre el uso de estrategias y argumentación de relaciones numéricas en educación virtual en estudiantes del quinto grado de educación primaria en una institución educativa del Callao.

Además; las hipótesis para el presente estudio son las siguientes:

- El uso del simulador *PhET* permite mejorar el desarrollo de la competencia matemática Resuelve problemas de cantidad.
- Los efectos del simulador *PhET* como estrategia didáctica permiten mejorar la traducción y comunicación de números y sus expresiones en educación virtual en estudiantes del quinto grado de educación primaria en una institución educativa del Callao.
- Los efectos del simulador *PhET* como tecnología educativa permiten mejorar el uso de estrategias y argumentación de relaciones numéricas en educación virtual en estudiantes del quinto grado de educación primaria en una institución educativa del Callao.

Esta investigación aporta información en el ámbito educativo, teniendo como propósito implementar la modalidad virtual; asimismo beneficia a los docentes presentándoles una nueva estrategia para la innovación. Por otro lado, favorece a los investigadores interesados en promover futuros aportes en este campo virtual orientados al aprendizaje de las matemáticas. A partir de los resultados se pretende contribuir también con la institución educativa donde se realiza la investigación, invitándolos a evaluar la implementación de plataformas virtuales, como *PhET*, también rediseñar y establecer criterios para cumplir con los procesos pedagógicos necesarios para el área de matemática a beneficio de los estudiantes.

Finalmente, a partir de los objetivos planteados se establece los efectos de una variable sobre la otra, haciendo uso de bases teóricas confiables de la pedagogía sobre cómo el aprendizaje significativo ayuda a cumplir el enfoque de resolución de problemas en el área de la matemática. Posteriormente, los profesionales se interesen por el uso de simulaciones de la vida real en el aprendizaje.

Para lograr los objetivos del estudio experimental, se emplea técnicas de observación antes y después de la aplicación de esta estrategia virtual. Con ello, se busca conocer el efecto de la variable “aplicación del simulador *PhET*” sobre el aprendizaje de la competencia matemática “Resuelve problemas de cantidad”. Así, los resultados de la investigación se apoyan en técnicas válidas y confiables acerca de las variables de estudio.



## **METODOLOGÍA**

### **DISEÑO**

El método que se aplicó en la investigación es el científico; específicamente según Sánchez (2019) es el hipotético – deductivo, este método tiene como objetivo entender los fenómenos e interpretar el origen o las causas que los producen. Y entre otros, tiene también como objetivo la predicción y el control de las variables. El tipo de este estudio es mixto secuencial y busca integrar la metodología cuantitativa con la cualitativa, con la finalidad de que haya más información sobre el objeto de estudio. Lo particular en los diseños mixtos, es que la fuente de explicación a su surgimiento y el constante uso en ciencias tienen un vínculo directo con los comportamientos sociales (Creswell, 2008).

El nivel de la investigación es de tipo explicativo; que según Cauas (2015) es un nivel más profundo de investigación que da respuesta a fenómenos de la vida social. El diseño de este estudio es cuasi experimental, porque se analiza la variable independiente para observar su efecto sobre la variable dependiente. El tipo de diseño cuasi experimental que se realizó es el que usa dos pruebas, un *Pre-Test* y otro *Post Test*, utiliza dos grupos de la muestra, el primero donde se realiza la intervención (grupo experimental) y otro al que se realiza el control (grupo de control). Así, se analiza la comparación de ambos grupos al término de la experimentación (Santana, 2015).

### **PARTICIPANTES**

La población en estudio estuvo conformada por estudiantes del nivel primaria de la Institución Educativa privada, del distrito de Callao. La I.E.P. cuenta con un número aproximado de 200 estudiantes y 8 secciones divididos en 6 grados. Se eligieron los grados de quinto de primaria en sus ambas secciones ya que en este grado de la I.E.P. los estudiantes tienen mayor dificultad para desarrollar sus habilidades matemáticas; por ello, el tipo de muestra es no probabilístico intencional, compuesta por 34 estudiantes de quinto grado de primaria de la Institución Educativa privada, del distrito del Callao (Lima-Perú). Los grados se dividieron en dos: sección A con 20 estudiantes y sección B con 14, también forma parte del estudio, el docente de matemática que trabaja con ambas secciones.

### **INSTRUMENTOS DEL ESTUDIO 1**

La presente investigación, al ser mixta secuencial de tipo explicativa, utiliza como instrumento el Pre y Post Test en el grupo experimental y de control, donde se busca

interpretar los efectos al ejecutar dichos cuestionarios en ambos grupos, en este caso las aulas de quinto grado. Para conocer el resultado, se comparan los puntajes obtenidos (Creswell, 1994). Bajo esta teoría, se construyeron las siguientes evaluaciones.

### **Pre-Test para evaluar la competencia “Resuelve problemas de cantidad”**

Esta prueba evalúa el conocimiento matemático respecto a la competencia “Resuelve problemas de cantidad” de los estudiantes de quinto grado. Consta de 12 preguntas con 4 alternativas de respuesta relacionadas a cuatro capacidades, la primera “traduce expresiones numéricas” posee 3 preguntas (p.ej.: Luana gana en tres meses 4230 soles. Si le dieran 416 soles más ganaría lo mismo que Matías ¿Cuánto gana Matías?), la segunda capacidad “Comunica su comprensión sobre los números y las operaciones” tiene 3 preguntas (p.ej.: Esta mañana Miguel ha comprado 1 kilo de choclos para preparar tamales, ha utilizado  $\frac{3}{4}$  de kilo. ¿Qué cantidad de choclos le quedan a Miguel?), la capacidad “Usa estrategias y procedimientos de estimación y cálculo” que posee 3 preguntas (p.ej.: Roxana desea llenar un cilindro de 17 litros ¿Cuántas jarras de agua necesitará para llenar el cilindro?) y finalmente la capacidad “Argumenta afirmaciones sobre las relaciones numéricas y las operaciones” que tiene 3 preguntas (p. ej.: Carla utiliza 1 litro  $\frac{3}{4}$  de leche para preparar 10 marcianos de coco con leche. ¿Cuántos litros de leche necesitará para preparar 50 marcianos?).

La escala de valoración para las pruebas es así: Resultado entre 0 a 10 representa el nivel “en inicio”, 12 “en proceso”, de 14 a 16 “logro esperado” y de 18 a 24 representa “logro destacado”. Dicha escala es tomada en referencia a la presentada por el MINEDU (2016).

### **Post Test para evaluar la competencia “Resuelve problemas de cantidad”**

Esta prueba evalúa el conocimiento matemático del grupo experimental después de haber usado el simulador *PhET* y del grupo control respecto a la competencia “Resuelve problemas de cantidad” de los estudiantes de quinto grado. Consta de 12 preguntas con 4 alternativas de respuesta relacionadas a cuatro capacidades, la primera “traduce expresiones numéricas” posee 3 preguntas (p.ej.: Jimena tiene un bono de 435 soles, si le dieran 124 soles más, tendría lo mismo que Julián ¿Cuánto tiene Julián? ), la segunda capacidad “Comunica su comprensión sobre los números y las operaciones” tiene 3 preguntas (p.ej.: María ha gastado  $\frac{2}{5}$  de su dinero en comprar alcohol para su casa y  $\frac{3}{10}$  en mascarillas ¿Qué fracción de dinero en total ha gastado?), la capacidad “Usa

estrategias y procedimientos de estimación y cálculo” que posee 3 preguntas (p.ej.:Una farmacia vende mascarillas de diversos tipos. Si, un quinto son quirúrgicas, un sexto son KN95 y un octavo son de tela. ¿De qué tipo de mascarilla tiene más?) y finalmente la capacidad “Argumenta afirmaciones sobre las relaciones numéricas y las operaciones” que tiene 3 preguntas (p. ej.: Roxana necesita  $3 \frac{1}{4}$  de barras de chocolate para preparar 50 chocotejas. ¿Cuántas barras de chocolate necesitará para preparar solo 25?). La escala de valoración para las pruebas es la misma que la usada en el Pre-Test.

## **INSTRUMENTO DEL ESTUDIO 2**

Se usó una entrevista semiestructurada para recoger la percepción de la docente de ambas aulas; para esto se empleó como instrumento una guía de entrevista (Manterola y Otzen, 2015). Para la elaboración de la guía de entrevista se tomó como base los objetivos específicos de la investigación y las dimensiones de este estudio. Partiendo de ello se elaboraron 12 preguntas abiertas para cada una de las 6 dimensiones: Estrategia didáctica, traduce cantidades a expresiones numéricas, comunica su comprensión sobre los números y las operaciones, tecnología educativa, usa estrategias y procedimientos de estimación y cálculo, argumenta afirmaciones sobre las relaciones numéricas y operaciones, en la primera dimensión estrategia didáctica (p.ej.:¿Qué opina sobre el uso de simuladores como estrategia didáctica?¿Por qué piensa así?). Dicho instrumento pasó por la evaluación y juicio de tres expertos, quienes contaban con estudios de pedagogía y con experiencia en investigación, logrando evaluar el contenido y la pertinencia de las preguntas según los objetivos de investigación, el tipo de estudio y las particularidades de la muestra.

## **PROCEDIMIENTO**

El presente trabajo se ejecutó y realizó con el consentimiento del director de la Institución Educativa privada, los datos obtenidos en los instrumentos referidos en la investigación fueron utilizados únicamente para los fines del presente proyecto, mas no, para otros objetivos. A la vez, se emplearon análisis estadísticos comparativos usando el software Statistical Package for Social Sciences (SPSS) y análisis de los coeficientes de variación necesarios para la investigación en cuanto a los Pre-Test y Post-Test (estudio 1). También, para el estudio cualitativo (estudio 2) se codificaron de forma abierta los datos obtenidos de la entrevista semiestructurada (Strauss y Corbin, 2016) luego se

ejecutó la triangulación de los datos y se identifican los resultados, posteriormente las conclusiones (Aguilar y Barroso, 2015).

## RESULTADOS DEL ESTUDIO 1

### PRE-TEST Y POST-TEST

A continuación, los resultados del grupo experimental (ver figura 4) de acuerdo al Pre-Test indican que la nota mínima es 4, según la escala de valoración del MINEDU (2016) significa “logro en inicio” siendo la nota máxima 22 que evidencia “logro destacado”. En el Post Test de este grupo, se tiene como nota mínima 4 resultando “logro en inicio” y nota máxima 24 que es “logro destacado”.

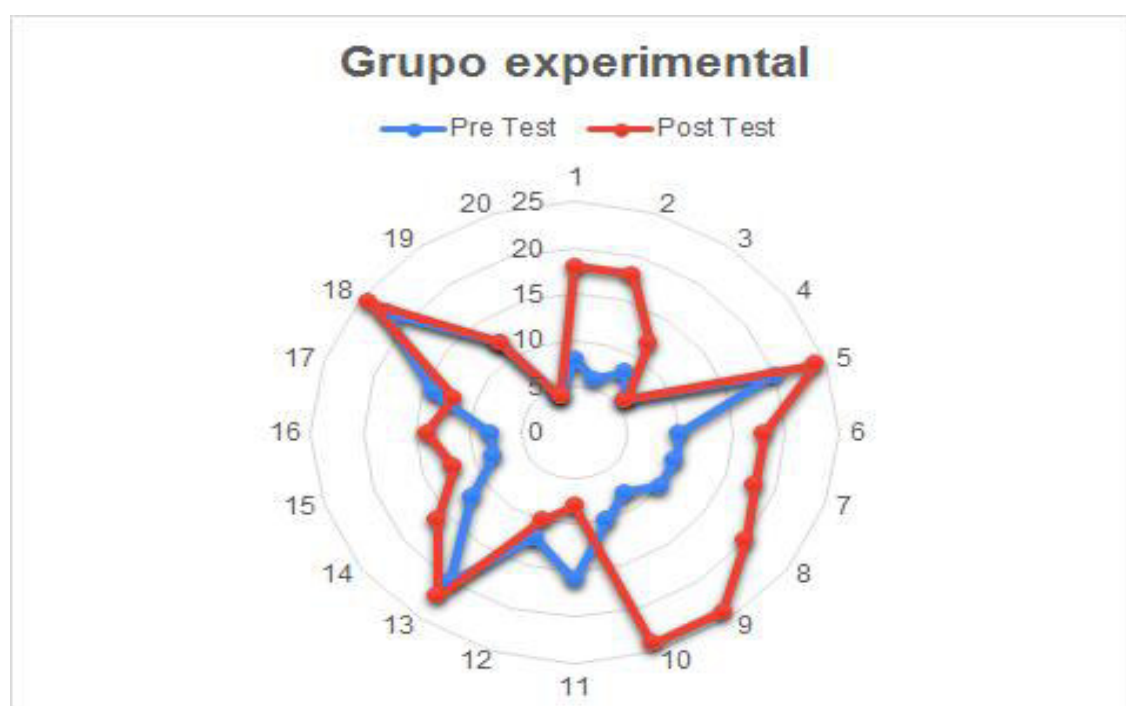


Figura 4 Resultados del Pre y Post Test del grupo experimental.

Fuente. Elaboración propia.

Referente a los resultados del grupo de control (ver figura 5) Pre-Test, la nota mínima es 8, según la escala de valoración del MINEDU (2016) significa “logro en inicio” y la nota máxima es 24 que evidencia “logro destacado”. En el Post Test de este grupo, se tiene como nota mínima 2 resultando “logro en inicio” y nota máxima 24 que es “logro destacado”.

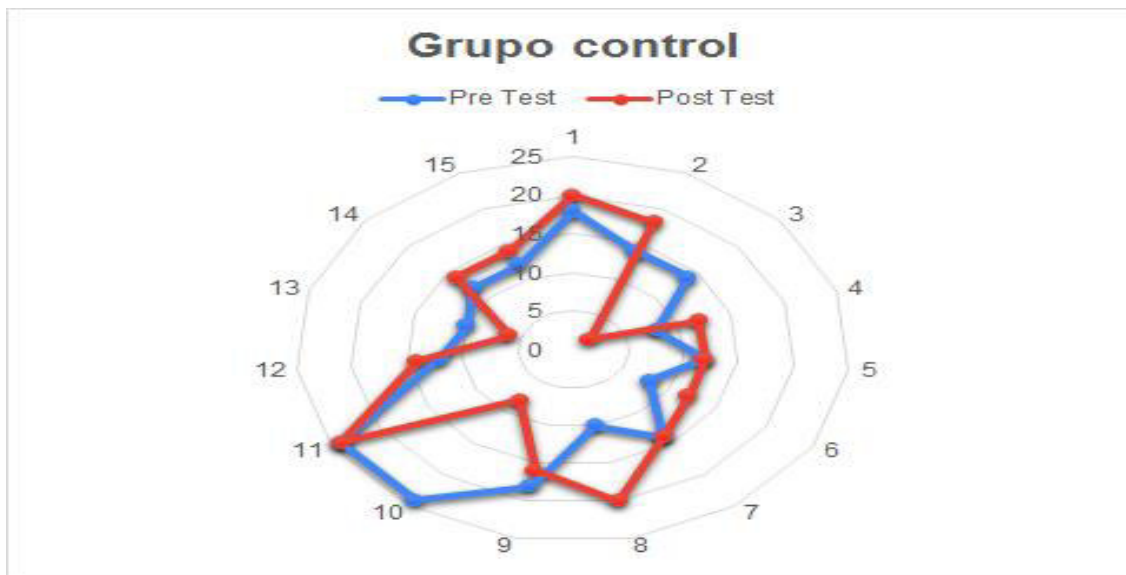


Figura 5 Resultados del Pre-Test y Post Test del grupo de control.

Fuente. Elaboración propia.

### COEFICIENTE DE VARIACIÓN

Luego de tener las calificaciones del Pre y Post Test, se presentaron los resultados respecto al coeficiente de variación de los instrumentos (elaboración propia) (ver tabla 1). Al analizar los coeficientes de variación (CV) para identificar si hubo o no diferencias significativas entre las calificaciones obtenidas en el grupo experimental, se aplicaron los criterios de Rustom (2012) (CV <5% es gran homogeneidad, CV: 5% - 20% es homogeneidad moderada, CV: 20% - 50% es heterogéneo y CV > 50% gran heterogeneidad). Según estos criterios, el CV del grupo de control fue del 0%, mostrando que el grupo tiene gran homogeneidad respecto al Pre-Test y Post Test; esto confirma que el grupo de control al no emplear el simulador mantuvo el mismo desempeño en cuanto al logro de las competencias matemáticas evaluadas. Lo cual es esperado en los estudios experimentales y cuasi experimentales (Zurita, et al, 2018). Además, en el grupo experimental el CV fue 26%, resultando heterogéneo; obteniendo una diferencia significativa entre la nota de la prueba de entrada (Pre-Test) y salida (Post Test). Dicho aumento en la nota final evidenció que el uso del simulador es eficiente para el logro de competencias matemáticas en estudiantes de quinto grado de educación primaria.

Tabla 1: Resumen de resultados comparativos de grupos

Grupos	Pre Test	Post Test	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Interpretación
Grupo Experimental	11	16	13,50	3,536	0.26 (26%)	Heterogénea
Grupo de Control	14	14	14,00	,000	0.00 (0%)	Homogénea

Nota: Ambos grupos tuvieron dos evaluaciones (Pre-Test y Post Test)

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO 2

El análisis de resultados del estudio 2 se orientó con los objetivos de investigación y los resultados del estudio 1; de esta manera la reflexión de los hallazgos se organiza en categorías preestablecidas y emergentes, inferidas a partir de las respuestas de la entrevistada. Las categorías pre establecidas fueron: Estrategia didáctica, traduce cantidades a expresiones numéricas, comunica su comprensión sobre los números y las operaciones, tecnología educativa, usa estrategias, procedimientos de estimación y cálculo, argumenta afirmaciones sobre las relaciones numéricas y las operaciones (entre ellas están las capacidades de la competencia y las otras están referidas al simulador) a partir de estas categorías, a continuación se presenta el análisis mediante procesos de codificación descriptiva e interpretativa de Miles y Huberman (2006).

### ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Son medios que utiliza el docente para promover un aprendizaje significativo y así realizar su clase de manera dinámica (Díaz, 2017) y en coherencia a estos planteamientos, se evidencia que:

#### Las estrategias didácticas se adaptan a la modalidad virtual

En el contexto de la educación virtual producto del Covid-19 muchos docentes que tenían metodologías educativas tradicionales se han visto obligados (Barrón, 2020) a cambiar estos métodos usando diversas estrategias de enseñanza, fomentando así, el uso

de herramientas digitales (Alcántara, 2020). En esta reestructuración la docente entrevistada plantea lo siguiente:

En la educación virtual he usado diversas estrategias centradas en la manipulación y la resolución de problemas a través de plataformas virtuales y herramientas de videoconferencia (...). Cabe resaltar que cada estrategia fue empleada de acuerdo a la necesidad y adaptada a la modalidad virtual (AE: 7-11).

La virtualidad ha permitido a los docentes poder innovar, escogiendo entre diversas páginas web, las que más se adecúen a sus estudiantes. Sin embargo, el tipo de plataforma más usada ha sido *Zoom*, que realiza encuentros sincrónicos para las evaluaciones en vivo y funciona como espacio de retroalimentación, elevando la calidad de las clases y estimulando el trabajo cooperativo (Morales y Puentes, 2019). Además, implementa estrategias más realistas, para que al estudiante se le facilite realizar los procesos didácticos, evidenciando:

### **El uso del simulador es una estrategia didáctica favorable**

Los simuladores al modelar hechos de la realidad usando imágenes, permiten reproducir un proceso matemático, de esta manera aportan al proceso de enseñanza aprendizaje y además motivan a la exploración y deducción de los estudiantes (Díaz, 2017). Ante estas estrategias didácticas, la docente plantea que al utilizar el simulador en sus clases se evidencia:

[...]Los simuladores (...) al poseer o ejemplificar situaciones reales permiten que el estudiante pueda comprender aspectos de la matemática de forma más realista y de manera dinámica (AE:16-19).

Los simuladores buscan generar conocimiento a través de la exploración que su interfaz permite, siendo la inferencia y descubrimiento (Díaz, 2017) de cada sección según los temas abordados. Dadas las utilidades de los simuladores en la educación virtual, permite su eficiencia en el logro de competencias entre áreas, como en la matemática, fortaleciendo las siguientes: Resuelve problemas de forma movimiento y localización, resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambio, resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre y resuelve problemas de cantidad, rescatando de la última, las siguientes capacidades:

## **TRADUCE CANTIDADES A EXPRESIONES NUMÉRICAS**

Según el MINEDU (2016) esta capacidad busca que el estudiante pueda convertir los datos obtenidos a modo numérico, estableciendo relación entre ambos. También permite al estudiante proponer problemáticas con las expresiones numéricas y evaluarlas. Respecto a esta capacidad, la entrevistada planteó lo siguiente:

### **La comprensión del problema asegura el uso del lenguaje matemático**

Determinando que en relación con la investigación de Puga, Rodríguez y Toledo (2016), es fundamental que el docente comprenda y ejecute un lenguaje matemático, de manera competente para trasladar estos conocimientos a los estudiantes mediante estrategias de acuerdo a la situación problemática. También hay que mencionar que comprender involucra hallar un significado a lo planteado, por tanto, el docente debe guiar a sus estudiantes a encontrarlo. Esto se puede evidenciar con las respuestas de la docente sobre la estrategia usada:

Lo primero que hago es asegurarme que el estudiante haya comprendido el problema, ejecutando preguntas y repreguntas (...), me aseguro no solo de que los estudiantes comprendan, sino que también usen el lenguaje matemático en sus respuestas (AE: 24-29).

Asimismo, Polya (1989) menciona que para usar un lenguaje matemático se requiere comprender a fondo la condición y familiarización del problema. Por ello, es importante fortalecer este proceso didáctico, para que el estudiante siga manteniendo contacto con el lenguaje matemático y poner en práctica problemas reales para permitir el entendimiento de cualquier situación y pueda acceder a su aprendizaje (Delgado, 2015). En la virtualidad existen diversas herramientas para que el estudiante siga aprendiendo con situaciones relacionadas a su entorno.

Además de esta reflexión, la docente se refirió al simulador como:

### **El simulador favorece el cambio de modelos matemáticos a problemas de la vida real**

El simulador al ejecutarlo como estrategia didáctica, favorece el proceso de cambio de datos a un problema real, donde el estudiante puede hacer uso de las diferentes herramientas con la aplicación de ejercicios relacionados a las compras que realiza en el supermercado, al depositar monedas en una alcancía, al pesar algún alimento (Aliaga, 2017).



[...]En la fase de introducción pueden usar diversas formas y manipular para entender de qué trata el juego, de esta manera comprenden términos matemáticos que más adelante usarán para resolver un problema (AE: 40-42).

Los docentes deben aplicar el aprendizaje significativo a través de situaciones reales para que los estudiantes logren resolver un problema y continuar con la retroalimentación de las competencias obtenidas.

## **COMUNICA SU COMPRENSIÓN SOBRE LOS NÚMEROS Y LAS OPERACIONES**

Según el MINEDU (2016) esta capacidad busca comunicar todo el conocimiento que tiene el estudiante sobre los números y operaciones, empezando por lo que conoce sobre unidades de medida, cálculos y propiedades; logrando justificar la relación entre ellos y practicando el uso de términos matemáticos con diferentes representaciones, para luego interpretarlas. Es así como la docente evidencia movilizar estos aprendizajes a través de las siguientes categorías emergentes:

### **La creación de un problema genera el uso del lenguaje matemático**

Para que un niño empiece a construir un pensamiento lógico, es necesario la traducción del lenguaje matemático; explicando sus respuestas con argumentos como la compensación e identidad (Cuenca, 2018), estas acciones motivan a operar mentalmente lo que produce el uso del lenguaje matemático. Según esto, la docente expresa lo siguiente:

[...] al crear problemas como parte del trabajo en equipo, los estudiantes deben tener en cuenta las operaciones que emplean y comunicarlas necesariamente utilizando el lenguaje numérico (AE:48-50).

Al mismo tiempo, es importante fomentar espacios de trabajo en equipo, pues la colaboración logra mejores relaciones con sus pares, tanto sociales como de motivación; además de compartir un objetivo (Cuenca, 2018). Son en estos trabajos en equipo que las tareas se vuelven más sencillas, ya que permanece el reto de saber comunicarse para realizar un buen trabajo: Como crear un problema. Dichas traducciones al lenguaje matemático también se pueden hacer con apoyo de páginas virtuales, como el simulador que menciona la docente:

## El diseño del simulador ayuda realizar traducciones matemáticas

El simulador *PhET* presenta en su diseño, diversas imágenes interactivas que propician el aprendizaje. (Díaz, 2017) usando el simulador es más sencillo transmitir información a los estudiantes, realizar demostraciones en vivo y la forma en la que se presentan las simulaciones propician a poder expresarse en el lenguaje matemático, como lo señala la docente:

Usando el simulador en equipo, se pudo percibir que, gracias a sus diseños, como las flechas, para aumentar el denominador o numerador, o los gráficos, para recrear una fracción; los estudiantes al comunicarse inconscientemente traducen términos matemáticos (AE:58-60).

Además, la docente aclara que, junto al uso del simulador, también usa como estrategia el trabajo colaborativo, pues cuando se realizan actividades en equipo, surge la necesidad de comunicarse para establecer estrategias de solución, la docente también menciona que las herramientas dentro del simulador ayudan a hacer esa traducción del lenguaje literal al matemático que según el MINEDU (2016) es cambiar un problema a un modelo matemático o expresión numérica.

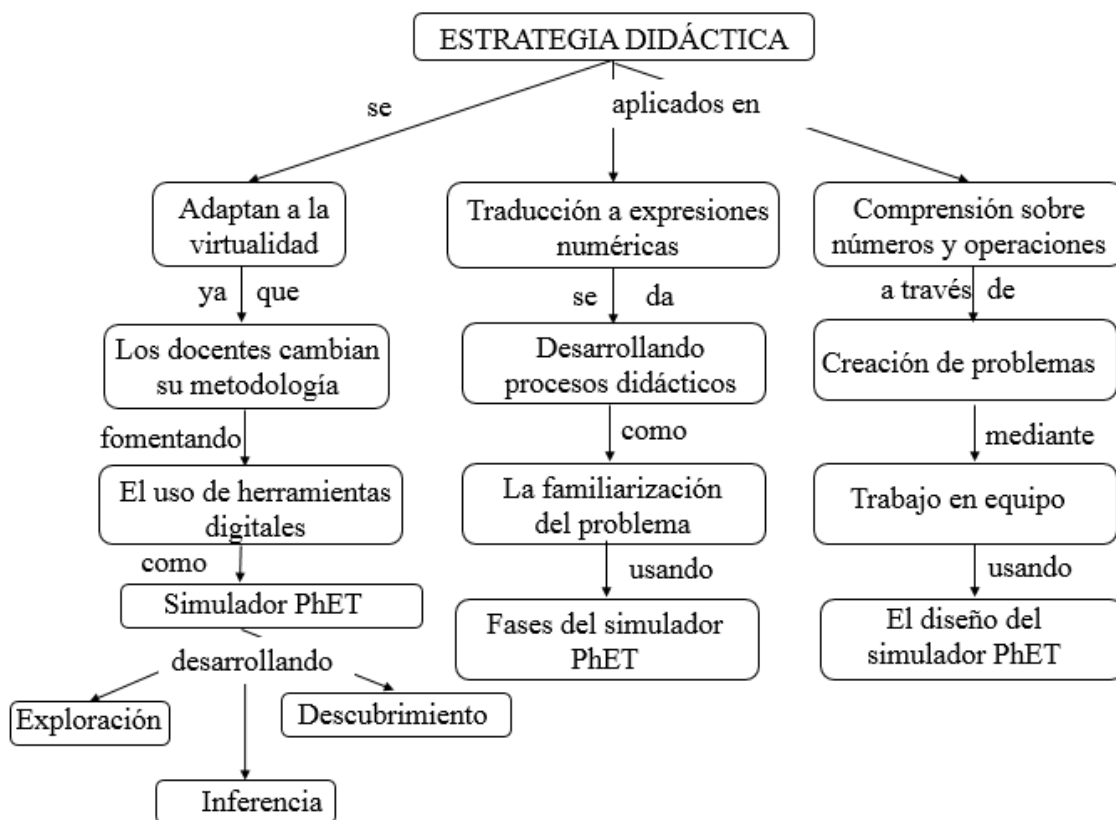


Figura 6 Codificación selectiva correspondiente a la categoría "Estrategia didáctica"

## **TECNOLOGÍA EDUCATIVA**

Es una disciplina que moviliza el uso de medios, páginas web, plataformas interactivas o TIC, en los procesos de E-A para satisfacer necesidades de los estudiantes, es así como se comprende que el uso de tecnología educativa es necesario para brindar una educación holística e integradora convirtiéndose en innovación educativa (Serrano et al., 2016). En coherencia a estos planteamientos sobre la tecnología educativa, se evidencia que:

### **El uso de tecnología como soporte para la enseñanza y aprendizaje**

La implementación de la tecnología en la educación es de gran importancia y ayuda, pues facilita la enseñanza-aprendizaje en esta modalidad; se ha visto beneficiada por ser más flexible, interactiva, innovadora, dinámica y enriquecedora, siempre y cuando el docente y estudiante le den un uso adecuado (Pérez, Mena y Pereida, 2019). También hay que mencionar que las TIC han ayudado a disminuir las brechas educativas, transformando la manera de aprender, creando estrategias para brindar una educación de calidad. Según lo mencionado, la docente manifiesta lo siguiente:

El uso de las TIC es importante porque nos brinda una estrategia nueva, una forma de innovación, es un soporte en la forma de enseñanza - aprendizaje dándonos diversas alternativas para poder llegar al estudiante, la tecnología motiva a que los estudiantes sigan aprendiendo en la actualidad, captan su atención con los diversos recursos que nos brindan. (AE:68-72).

Asimismo, hay que mencionar que las TIC no sólo son herramientas tecnológicas en la educación, sino también se transforman en una de las competencias principales en el proceso de enseñanza-aprendizaje, permitiendo que la formación de los estudiantes y docentes sea significativa (Cueva, 2020).

Además, mencionar que tecnología brinda diferentes recursos para la enseñanza de algunas áreas y que estas pueden ser beneficiadas, es así que la docente deja evidencia que:

### **Los recursos tecnológicos favorecen la enseñanza de las matemáticas**

Estos recursos tecnológicos son útiles para el proceso educativo, es necesario resaltar, que la enseñanza de la matemática demanda incorporar recursos para lograr una mayor motivación de los estudiantes y la diversificación de estrategias usadas por el

docente. La utilización de estos recursos no puede ejecutarse de forma arbitraria y estar desarticulada de lo pedagógico, pues será mucho más enriquecedora (Grisales, 2018). Según esto, la docente expresa lo siguiente:

Los recursos tecnológicos de la matemática son diversos. Opino que son muy buenos, todos nos brindan diversas herramientas que reemplazan materiales indispensables para la representación gráfica, importante por ser un proceso didáctico (...) además, brindan una experiencia vivencial para los estudiantes a través del descubrimiento que resulta ser una experiencia enriquecedora (AE: 78-83).

A su vez, podemos mencionar que los recursos tecnológicos favorecen considerablemente en el proceso de enseñanza en las matemáticas, porque al aumentar la motivación del estudiante con sus diversos elementos, podrá desarrollar un nivel de rendimiento pleno (Gascón, 2018).

## **USA ESTRATEGIAS Y PROCEDIMIENTOS DE ESTIMACIÓN Y CÁLCULO**

Esta capacidad consta de usar estrategias para pronosticar el orden de un resultado numérico, para esto el estudiante puede adaptar, seleccionar, consolidar o crear diferentes estrategias, técnicas, como cálculo escrito y mental, la división, repartición, aproximación, estimación y usar distintos recursos (MINEDU, 2016).

### **Uso de diversas estrategias para desarrollar la estimación y cálculo mental**

El pensamiento numérico se hace presente cuando el docente desarrolla estrategias apropiadas al emplear números y operaciones mediante los diferentes tipos de cálculo (mental, estimado, escrito, aproximado), todos estos componen estrategias didácticas del pensamiento numérico; considerando que, si el estudiante desarrolla dicho pensamiento, será capaz de aproximar o estimar algún resultado y podrá proponer procedimientos para solucionar las operaciones básicas (Barrera, Reyes y Mendoza, 2018). Según lo mencionado, la docente manifiesta lo siguiente:

[...]Usar medidas arbitrarias al hacer que con objetos cercanos puedan medir longitudes más grandes (...), divisiones por defecto o por exceso y de esa forma estimar, hacer un cálculo. (...) fortalecer el conteo con material concreto, (...) descomponer números y reagrupar cantidades (AE: 87-95).

Asimismo, mencionar la importancia de promover situaciones en la que se desarrolle el cálculo mental, es parte de motivarlos, en el sentido que capta su atención y atribuye un regalo.

## **ARGUMENTA AFIRMACIONES SOBRE LAS RELACIONES NUMÉRICAS Y LAS OPERACIONES**

Esta capacidad busca que el estudiante pueda dar posibles afirmaciones con relación a números reales, cálculos y propiedades. Se basa en comparaciones, traducir con analogías, demostrarlas, comprobarlas o refutar con ejemplos y contraejemplos. Para ello la docente realiza diversas estrategias:

### **Las estrategias heurísticas motivan a justificar la resolución de un problema**

Para que se cumpla con el enfoque de resolución de problemas los estudiantes deben desarrollar las diversas capacidades que en conjunto determinan las competencias de la matemática. Entre las capacidades, el estudiante debe poder explicar las estrategias y pasos que ha seguido para llegar a la respuesta de un problema, además debe justificarlo. La docente menciona cómo motiva a sus estudiantes:

(...) la búsqueda de alguna estrategia que pueda ayudar a resolver el problema; (...) los motivos a defender una estrategia, (...) les planteó que no es la única forma de resolver el problema, que existen más, porque hay estrategias heurísticas, (...) luego comprobamos si sale la misma respuesta (AE: 103-115).

Las estrategias heurísticas son pasos que tienen como finalidad analizar un problema y convertirlo en otro más sencillo y encontrar de esta manera su solución (MINEDU, 2016). Cabe resaltar que existen diversas estrategias heurísticas para resolver un problema, todas llegarán a la misma respuesta para ser válidas. Entre algunos ejemplos de estrategias heurísticas se tiene el ensayo error, la búsqueda de algún patrón, sintetizar la información a través de una tabla, tabular, resolver desde el final hasta el inicio, entre otras (MINEDU, 2016). Todas estas estrategias motivan a que los estudiantes puedan explicar de diferentes formas la resolución de los problemas.

### **La socialización es la mejor estrategia para argumentar**

El aprendizaje de las matemáticas se favorece con la interacción entre compañeros; además de las estrategias que el docente plantee para el intercambio de información. El diálogo para reforzar los contenidos, mantendrán una mejor socialización, de esta manera podrán aprender rápido, logrando pensar, refutar y escuchar; a su vez el estudiante podrá construir su propio conocimiento y desarrollar habilidades argumentativas (Flores, 2015). Según lo mencionado, la docente menciona:

Todos los trabajos que se hicieron en equipos eran de tres o dos estudiantes, se escogía un representante para que pueda compartir la pantalla y usé el simulador PhET con la dirección de sus compañeros, al final el equipo explicaba haciendo uso del simulador. Considero que la socialización es la mejor forma de argumentar (AE: 122-125).

En ese sentido, la estrategia de socialización promueve la argumentación de las respuestas; en un inicio con las propias palabras de los expositores y más adelante con términos específicamente matemáticos. Por ello es una estrategia progresiva e importante para cumplir con las capacidades y procesos didácticos en el área.

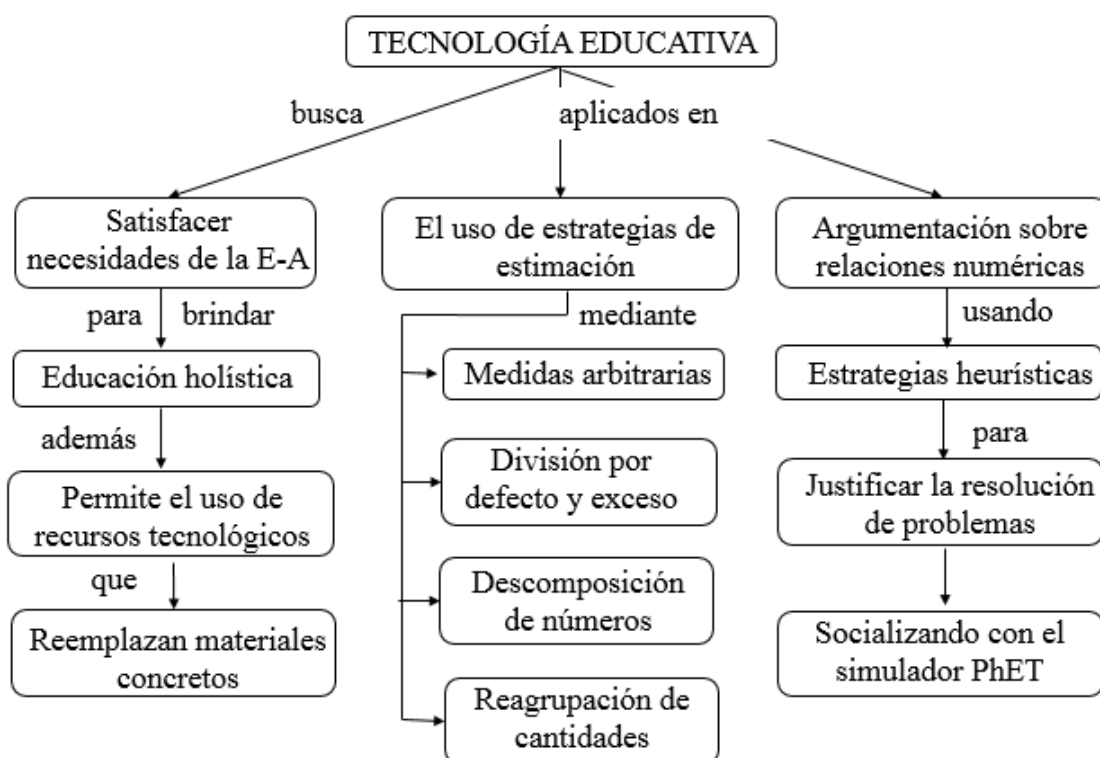


Figura 7 Codificación selectiva correspondiente a la categoría “Tecnología educativa”

## CONCLUSIONES

Según lo evidenciado en los resultados, se concluye que el uso del simulador *PhET* influye favorablemente en el desarrollo de la competencia matemática “resuelve problemas de cantidad”.

Respecto al primer estudio se evidencia que, en las evaluaciones de Pre-Test y Post Test, el grupo de control mantuvo los mismos resultados en ambas evaluaciones; mientras que en el grupo que trabajó con el simulador PhET, se pudo observar un aumento respecto a los criterios de evaluación; demostrando así que la competencia mejoró gracias al uso del simulador. A su vez, se demuestra que el uso de los simuladores en el

aprendizaje de la matemática es importante, porque ayuda a cumplir procesos didácticos que están ausentes en la virtualidad.

Se confirma con el segundo estudio, donde la docente que aplicó ambas evaluaciones, indica que el simulador *PhET* es una estrategia didáctica adecuada, ya que se evidenció con los resultados en las aulas. Lo cual nos permite decir que en la educación a distancia es necesario innovar y hacer uso de las herramientas tecnológicas; pues aporta en el desarrollo de la capacidad matemática, al traducir cantidades a expresiones numéricas; pues el simulador tiene un diseño con recursos de diversas formas, que al ser manipuladas logran la comprensión de términos matemáticos. Además de lograr el desarrollo de la capacidad de comunicar en el lenguaje matemático, va comprendiendo el uso del simulador. Ambas capacidades resultan de la indagación e interacción, por ser una plataforma intuitiva que fortalece la autonomía de los estudiantes y reforzando su comunicación en el lenguaje matemático.

El simulador PhET es una importante pieza tecnológica educativa que permite ejemplificar situaciones reales para desarrollar las capacidades en la competencia matemática “resuelve problemas de cantidad”. El segundo estudio, fortalece el desarrollo de la capacidad de argumentación de las relaciones numéricas, pues el simulador facilita el trabajo cooperativo para las resoluciones de problemas, asegurando la interpretación de relaciones numéricas. Además, se evidenció que los estudiantes hacían uso de diversas estrategias para superar los retos que proporcionaba el simulador.

Finalmente, al ser cumplidas las diversas capacidades con el uso del simulador, se observa el resultado significativo en el logro de la competencia “resuelve problemas de cantidad”, esto se refuerza con los resultados del estudio cuantitativo. Cabe resaltar que el docente fue pieza fundamental para el desarrollo del aprendizaje usando tipo de tecnología, su mediación y estrategia didáctica permitieron que logre desarrollar las capacidades. Esto demuestra que el uso adecuado de los simuladores mejora el desarrollo de las matemáticas, dejando atrás la idea que no se pueden lograr óptimos aprendizajes en la virtualidad.

## REFERENCIAS

- Abreu, Y., Barrera, A., Breijo, T. y Bonilla, I. (2018). El proceso de enseñanza-aprendizaje de los Estudios Lingüísticos: su impacto 2018 en la motivación hacia el estudio de la lengua. *Mendive, revista de educación*, 16(4), 610-623. Recuperado de <http://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/1462>
- Aguilar, S. (2018). *Estrategias para lograr aprendizajes en la competencia resuelve problemas de cantidad del área de matemática de la institución educativa pública Víctor Raúl Haya De La Torre* (tesis de maestría). Recuperado de [http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/5249/3/2018\\_AGUILAR\\_SANCHEZ\\_SALOMON.pdf](http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/5249/3/2018_AGUILAR_SANCHEZ_SALOMON.pdf)
- Aguilar, S. y Barroso, J. (2015). La triangulación de datos como estrategia en investigación educativa. *Píxel-Bit Revista de Medios y Educación*, (47), 73-88. Recuperado de <https://idus.us.es/handle/11441/45289>
- Alcántara, A. (2020). Educación superior y Covid-19: una perspectiva comparada. *En H. Casanova (coord). Educación y pandemia. Una visión académica*, 75-82. Recuperado de [http://132.248.192.241:8080/jspui/bitstream/IISUE\\_UNAM/541/1/AlcantaraA\\_2020\\_Educacion\\_superior\\_y\\_covid.pdf](http://132.248.192.241:8080/jspui/bitstream/IISUE_UNAM/541/1/AlcantaraA_2020_Educacion_superior_y_covid.pdf)
- Aliaga, A. (2017). *Estrategias lúdicas para mejorar aprendizajes relacionados a la competencia resuelve problemas de cantidad en el área de matemática de los estudiantes de 5 años de la Institución Educativa N° 250, del Caserío de Paltarume* (tesis de grado). Recuperado de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/6755/BC-TES-TMP-2212%20ALIAGA%20ROMERO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Añaños, M. y Asencios, H. (2018). *La resolución de problemas en el aprendizaje de matemática en estudiantes del cuarto grado de educación secundaria de la Institución Educativa "Manuel González Prada" de Huari - 2016* (tesis de grado). Recuperado de [http://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/UCSS/538/A%C3%B1a%C3%B1os\\_Asencios\\_tesis\\_maestria\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/UCSS/538/A%C3%B1a%C3%B1os_Asencios_tesis_maestria_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ayllón, M., Gómez, I., y Ballesta-Claver, J. (2016). Pensamiento matemático y creatividad a través de la invención y resolución de problemas matemáticos.



- Propósitos y Representaciones*, 4(1), 169-218.  
<http://dx.doi.org/10.20511/pyr2016.v4n1.89>
- Barrón, M. (2020). La educación en línea: transiciones y interrupciones. *En H. Casanova (Coord.). Educación y pandemia. Una visión académica* (pp. 66-74).  
 Recuperado de [http://132.248.192.241:8080/xmlui/handle/IISUE\\_UNAM/540](http://132.248.192.241:8080/xmlui/handle/IISUE_UNAM/540)
- Cauas, D. (05 de noviembre de 2020). *Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación* [publicación en blog]. Recuperado de  
<https://www.udocz.com/apuntes/125637/definicion-de-las-variables-enfoque-y-tipo-de-investigacion>
- Cerda, G., Pérez, C., Casas, J. y Ortega-Ruiz, R. (2016). Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: la necesidad de un análisis multidisciplinar. *Psychology, Society, & Education*, 9(1), 1-10. Recuperado de  
[https://www.researchgate.net/publication/316609724\\_Ensenanza\\_y\\_Aprendizaje\\_de\\_las\\_Matematicas\\_La\\_necesidad\\_de\\_un\\_analisis\\_multidisciplinar](https://www.researchgate.net/publication/316609724_Ensenanza_y_Aprendizaje_de_las_Matematicas_La_necesidad_de_un_analisis_multidisciplinar)
- Creswell, JW (1994). *Diseño de investigación: enfoques cualitativos y cuantitativos*.  
 Recuperado de <https://academia.utp.edu.co/seminario-investigacion-II/files/2017/08/INVESTIGACION-CUALITATIVACreswell.pdf>
- Creswell, J. y Garret, A. (2008). The “movement” of mixed methods research and the roles of educators. *Revista Sudafricana de Educación*, 28(3), 321-333.  
 Recuperado de <https://www.ajol.info/index.php/saje/article/view/25155>
- Cueva, D. (2020). La tecnología educativa en tiempos de crisis. *Revista Conrado*, 16(74), 341-348. Recuperado de  
<https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1370>
- Delgado, S. (2015). El papel del lenguaje en el aprendizaje de las matemáticas. *Panorama*, 9(16), 32-42. <https://doi.org/10.15765/pnrm.v9i16.636>
- Diago, P., Arnau, D. y González-Calero, J. A. (2018). La resolución de problemas matemáticos en primeras edades escolares con Bee-bot. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 1(2), 36-50. Recuperado de  
<http://mesjournal.es/ojs/index.php/mes/article/view/15/19>
- Díaz, J. (2017). Importancia de la simulación PhET en la enseñanza y el aprendizaje de fracciones equivalentes. *Revista educación y desarrollo social*, 11(1), 48-63.  
 Recuperado de  
<https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/reds/article/view/2011/2531>
- Flores, J., Ávila, J. Rojas, C. Sáez, F. Acosta, R. y Díaz, C. (2017). *Estrategias didácticas para el aprendizaje significativo en el contexto universitario*.

- Recuperado de  
[https://www.academia.edu/36090833/Estrategias\\_did%C3%A1cticas\\_para\\_el\\_aprendizaje\\_significativo\\_en\\_contextos\\_universitarios](https://www.academia.edu/36090833/Estrategias_did%C3%A1cticas_para_el_aprendizaje_significativo_en_contextos_universitarios)
- Gascón, D. (2018). *El uso de las TIC en la enseñanza de las matemáticas en educación primaria: aplicación a las fracciones* (tesis de grado). Recuperado de  
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/34939/TFG-O-1471.pdf?sequence=1>
- Godino, J., Batanero, C., y Font, V. (2003). *Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para maestros*. Recuperado de  
<http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/4829>
- Grisales, A. (2018). Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas. *Entramado*, 14(2), 198-214. <http://dx.doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.4751>
- Manterola, C. y Otzen, T. (2015). Estudios experimentales 2 parte: estudios cuasi-experimentales. *International Journal of Morphology*, 33(1), 382-387.  
<https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022015000100060>
- Ministerio de Educación (2016). *Currículo Nacional de Educación Primaria*.  
<http://www.minedu.gob.pe/curriculo/pdf/curriculo-nacional-de-la-educacion-basica.pdf>
- Ministerio de Educación, (2018). *Programa curricular de educación primaria*.  
 Recuperado de <http://www.minedu.gob.pe/curriculo/pdf/programa-nivel-primaria-ebr.pdf>
- Paida M. y Calvache, K. (2019). *Aplicación del simulador PhET en el proceso de enseñanza-aprendizaje del movimiento parabólico* (tesis de grado). Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/39207>
- Physics Education Technology (PhET). (20 de abril de 2021). *Simulaciones interactivas PhET*. Recuperado de [https://phet.colorado.edu/es\\_PE/](https://phet.colorado.edu/es_PE/)
- Polya, G. (1965). *How to solve it*. Recuperado de  
<https://press.princeton.edu/books/paperback/9780691164076/how-to-solve-it>
- Real Academia Española (RAE). (10 de diciembre de 2020). *Diccionario de la Lengua Española*. Recuperado de <https://dle.rae.es>
- Reiss, E. y Rehfeldt, M. (2019). Software PhET E matemática: Possibilidade para o ensino e aprendizagem da multiplicação. *Revista de Ensino de Ciências e*

- Matemática*, 10(1), 194-208. Recuperado de <http://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1557>
- Restrepo, J. (2017). Concepciones sobre competencias matemáticas en profesores en educación básica. media y superior. *Diversidad, innovación y política educativa*, 6(2), 4-18. Recuperado de <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/199>
- Santana, I. (2015). *Diseño cuasi-experimental (pre test/post test) aplicado a la implementación de tics en el grado de inglés elemental: caso Universidad Tecnológica de Santiago Recinto Santo Domingo* (tesis de maestría). Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/338165457>
- Sánchez, F. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: consensos y disensos. *Revista digital de investigación en docencia universitaria*, 13(1), 102-122. <https://doi.org/10.19083/ridu.2019.644>
- Serrano, J., Gutiérrez, I. y Prendes, M. (2016). Internet como recurso para enseñar y aprender. *Una aproximación práctica a la tecnología educativa*. 15(3), 169-170. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5766450>
- Silva, O. (2018). *Monitoreo, acompañamiento y evaluación para mejorar la práctica docente en la competencia resuelve problemas de cantidad del área de matemática del III ciclo de Educación básica regular de la institución educativa N° 81902 del distrito de Pacanga, Provincia de Chepén - UGEL Chepén - La Libertad* (Tesis de grado). Recuperado de [http://repositorio.ipnm.edu.pe/bitstream/ipnm/693/1/silvac\\_oscar.pdf](http://repositorio.ipnm.edu.pe/bitstream/ipnm/693/1/silvac_oscar.pdf)
- Strauss, A., y Corbin, J. (2016). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Recuperado de <https://diversidadlocal.files.wordpress.com/2012/09/bases-investigacion-cualitativa.pdf>
- Tobón, S. (2015). *Formación basada en competencias*. Recuperado de <https://www.uv.mx/psicologia/files/2015/07/Tobon-S.-Formacion-basada-en-competencias.pdf>
- Trujillo, W. (2019). *Programa de simuladores virtuales para mejorar el aprendizaje en el curso de física elemental en la competencia de indagación mediante método científico para construir conocimiento; en los estudiantes de 5to año de secundaria de la I.E.P. "Rosa María Checa", Chiclayo 2018* (tesis de maestría). Recuperado de <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/5818>

- Vaca, J., Aguilar, V., Gutiérrez, F. Cano, A. y Bustamante, J. (2015). *¿Qué demonios son las competencias? Aportaciones del constructivismo clásico y contemporáneo*. Recuperado de <https://www.uv.mx/psicologia/files/2015/07/Vaca-Urbe-J.-Que-demonios-son-las-competencias.pdf>
- Vargas, J. (2020). *Utilización de simulador PhET para el aprendizaje de las leyes de Newton* (tesis de grado). Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21810/1/T-UCE-0010-FIL-933.pdf>
- Yáñez, A. (2018). *Simulador PhET en la enseñanza de las cargas eléctricas en movimiento en los estudiantes de tercero de Bachillerato de la Unidad Educativa "Paúl Dirac", durante el año lectivo 2017-2018* (tesis de grado). Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15336/1/T-UCE-0010-MF028-2018.pdf>
- Zurita, J., Marquez, H., Miranda, G. y Villasís, M. (2018). Estudios experimentales: diseños de investigación para la evaluación de intervenciones en la clínica. *Revista Alergia México*, 65(2), 178-186. Recuperado <https://www.redalyc.org/jatsRepo/4867/486759208007/html/index.html>

## APÉNDICES

### Apéndice 1

#### Protocolo de consentimiento informado

Estimada directora:

La presente investigación es conducida por Cacha Nuñez, Yesbany Jouleysi y Zuñiga Quispe, Roxana Milagros; estudiantes de la Carrera Profesional de Educación Primaria e Interculturalidad de la Universidad de Ciencias y Humanidades. El objetivo del presente estudio es determinar el efecto de la aplicación del simulador *PhET* en el desarrollo de la competencia matemática “resuelve problemas de cantidad” en educación virtual en estudiantes del quinto grado de educación primaria en una institución educativa del Callao. Y para lograrlo es necesario poder evaluar a los estudiantes de matemática de la institución debido a que se precisa de la presente información para poder aportar a la educación.

Se le recuerda que la participación de los niños es confidencial y voluntaria, por tal motivo el estudiante podrá ser lo más sincero posible al responder/o participar en la evaluación de 12 preguntas, las cuales nos ayudarán a determinar el efecto de la aplicación del simulador *PhET* en el desarrollo de la competencia matemática “Resuelve problemas de cantidad” en los estudiantes.

Usted recibirá información sobre el estudio mencionado y también tiene la oportunidad de hacer preguntas sobre el mismo.

Al firmar o dar su visto bueno en este protocolo usted está de acuerdo con que estudiantes de quinto grado de su institución participen en el presente estudio; así como también se le comunica que puede finalizar su participación en cualquier momento, sin que esto represente algún perjuicio para su persona.

Usted puede pedir información sobre los resultados de la investigación en general cuando éste haya concluido. Para esto, puede comunicarse con Cacha Nuñez, Yesbany Jouleysi al correo electrónico: [yescachan@uch.pe](mailto:yescachan@uch.pe) o con Zuñiga Quispe, Roxana Milagros al correo: [roxzunigaq@uch.pe](mailto:roxzunigaq@uch.pe).

Acepta que los estudiantes de quinto grado de primaria participen en esta investigación y respondan el cuestionario:

Sí ( ) No ( )

Firma/Visto: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_


Firma de las investigadoras

## Apéndice 2

## Pre Test

Competencia	Capacidades	Desempeño	Desempeño precisado	Pregunta	Peso	Nombre de la simulación
Resuelve problemas de cantidad	Traduce cantidades a expresiones numéricas	Establece relaciones entre datos y una o más acciones de agregar, quitar, comparar, igualar, reiterar, agrupar y repartir cantidades, para transformarlas en expresiones numéricas (modelo) de adición, sustracción, multiplicación y división con números naturales, y de adición y sustracción con decimales.	Establece relaciones entre datos y la acción de agregar cantidades para transformarlas en expresiones numéricas de adición con números naturales.	Luana gana en tres meses 4230 soles. Si le dieran 416 soles más ganaría lo mismo que Matías ¿Cuánto gana Matías?		Haz un diez
			Establece relaciones entre datos y la acción de igualar cantidades para transformarlas en expresiones numéricas de multiplicación con números naturales.	Un almacén de implementos deportivos realiza la venta de 26 pelotas de fútbol, si en cada una de las semanas siguientes piensa duplicar la venta de pelotas. ¿Cuántas pelotas venderá en la cuarta semana?		Aritmética
		Establece relaciones entre datos y acciones de dividir la unidad o una cantidad en partes iguales, y las transforma en expresiones numéricas (modelo) de fracciones y de adición, sustracción y multiplicación de estas.	Establece relaciones entre datos y acciones de partir una unidad en partes iguales y las transforma en expresiones numéricas de fracciones usuales.	La mamá de Juan ha preparado una pizza y esta ha sido dividida en 9 partes iguales, si ella reparte un trozo a Ángel, otro a Maritza, otro a Manuel y otro a su hijo. ¿Cuántos trozos de pizza han sobrado?		Haz una fracción

Comunica su comprensión sobre los números y las operaciones	<p>Expresa con diversas representaciones y lenguaje numérico (números, signos y expresiones verbales) su comprensión de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El valor posicional de un dígito en números de hasta seis cifras, al hacer equivalencias entre decenas de millar, unidades de millar, centenas, decenas y unidades; así como del valor posicional de decimales hasta el décimo, su comparación y orden.</li> <li>• Los múltiplos de un número natural y la relación entre las cuatro operaciones y sus propiedades (conmutativa, asociativa y distributiva).</li> <li>• La fracción como parte de una cantidad discreta o continua y como operador.</li> <li>• Las operaciones de adición y sustracción con números decimales y fracciones.</li> </ul>	<p>Expresa con diversas representaciones y lenguaje numérico su comprensión de la fracción como parte de una cantidad</p>	<p>Los estudiantes de quinto grado realizaron encuestas a 30 personas sobre sus comidas preferidas. Encontraron que, de las 30 personas, a <math>\frac{4}{5}</math> les gusta comer chicharrón de choncho y al resto de los encuestados les gustaría degustar tallarín de casa. ¿Cuántos prefieren tallarín de casa?</p>	Fracciones: Introducción
		<p>Expresa con diversas representaciones y lenguaje numérico su comprensión adición con fracciones.</p>	<p>María ha gastado <math>\frac{1}{3}</math> del dinero que le dieron de propina sus abuelos en comprar un libro de aventuras. También se ha gastado <math>\frac{1}{9}</math> de su propina en comprar una caja de colores. ¿Qué fracción de propina en total ha gastado?</p>	Fracciones: igualdad
		<p>Expresa con diversas representaciones y lenguaje numérico su comprensión sustracción con fracciones.</p>	<p>Esta mañana Miguel ha comprado 1 kilo de choclos para preparar tamales, ha utilizado <math>\frac{3}{4}</math> de kilo. ¿Qué cantidad de choclos le quedan a Miguel?</p>	Fracciones: igualdad

Usa estrategias y procedimientos de estimación y cálculo	<p>Emplea estrategias y procedimientos como los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategias heurísticas.</li> <li>• Estrategias de cálculo: uso de la reversibilidad de las operaciones con números naturales, estimación de productos y cocientes, descomposición del dividendo, amplificación y simplificación de fracciones, redondeo de expresiones decimales y uso de la propiedad distributiva de la multiplicación respecto de la adición y división.</li> </ul>	Emplea estrategias y procedimientos para la estimación	<p>Roxana desea llenar un cilindro de 17 litros ¿Cuántas jarras de agua de 3 litros necesitará para llenar el cilindro?</p> 		Estimación
	<p>Mide, estima y compara la masa de los objetos (kilogramo) y el tiempo (décadas y siglos) usando unidades convencionales (expresadas con naturales, fracciones y decimales); y usa multiplicaciones o divisiones por múltiplos de 10, así como equivalencias, para hacer conversiones de unidades de masa y tiempo.</p>	Emplea estrategias y procedimientos para igualdad de fracciones	<p>Yesbany confecciona banderines de tela. Hace una lista para comprar: un tercio de tela roja, un sexto de tela amarilla, un quinto de blanca y el décimo de verde. ¿Qué color de tela será la de mayor tamaño?</p>		Igualdad de fracciones
		Mide y compara la masa de objetos seleccionando decimales y usa sustracciones.	<p>Raquel tenía cierta cantidad de kilogramos de carne. Le regalaron 16,5 kilogramos y ahora tiene 89 kilogramos. ¿Cuántos kilogramos de carne tenía al inicio?</p>	2	Haz una fracción



			Realiza afirmaciones sobre las equivalencias entre fracciones y las explica con objetos concretos	En el cumpleaños de Lupe, su mamá repartió a los invitados $\frac{2}{3}$ de la torta de fresa y $\frac{4}{6}$ de la torta de chocolate. Si ambas son del mismo tamaño y forma ¿De qué torta repartió mayor cantidad?		Fracciones: Introducción
	Argumenta afirmaciones sobre las relaciones numéricas y las operaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realiza afirmaciones sobre las relaciones (orden y otras) entre números naturales, decimales y fracciones; así como sobre relaciones inversas entre operaciones, las cuales justifica con varios ejemplos y sus conocimientos matemáticos.</li> </ul>	Realiza afirmaciones sobre las comparaciones entre decimales y fracciones	<p>Iván escribe en su pizarra las siguientes igualdades:</p> $\frac{1}{2} = 0,5$ $\frac{3}{4} = 0,25$ $0,125 = \frac{1}{8}$ <p>Compara e indica si son verdaderas o falsas.</p>		Fracciones: Igualdad
			Realiza afirmaciones sobre equivalencia entre fracciones y números mixtos	Carla utiliza 1 litro $\frac{3}{4}$ de leche para preparar 10 marcianos de coco con leche. ¿Cuántos litros de leche necesitará para preparar 50 marcianos?	2	Fracciones: números mixtos

## Apéndice 3

## Guía de actividades (sesión)

<b>ÁREA:</b> Matemática	<b>GRADO:</b> 5to <b>NIVEL:</b> PRIMARIA	<b>FECHA:</b> 28-04-2021
<b>EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE (Título de la sesión):</b> Resolvemos problemas utilizando la adición		<b>COMPETENCIA:</b> Resuelve problemas de cantidad
<b>PROPÓSITO DE APRENDIZAJE:</b> Resolver problemas de nuestro entorno que implican aumentar o disminuir.		<b>EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE:</b> 1. Participación mediante <i>Zoom</i> .
<b>INDICACIONES</b>		
<b>ACTIVIDAD 1</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Realiza la problematización a través de preguntas ¿Cuántos contagiados por día existen por la Covid-19? ¿Y en la última semana? Presenta el problema: Si en Perú, la vacuna ha sido inoculada a 245 000 ancianos y a 90 231 profesionales de la salud más que a ancianos ¿Cuántas personas están protegidas en Perú?</li> </ul>		
<b>ACTIVIDAD 2</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizamos la búsqueda de estrategias para resolver el tema, empleando la pizarra de zoom y reforzamos nociones básicas de la adición llevando.</li> <li>(Grupo experimental) * Usamos la simulación <i>HAZ UN DIEZ</i> del simulador PhET para fortalecer la adición, descomponiendo en decenas, centenas y unidades de millar para hallar la suma de forma sencilla y rápida.</li> </ul>		
<b>ACTIVIDAD 3</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Taller grupal (evaluación colaborativa): en nuestra sesión virtual presentaremos el problema a resolver en 5 grupos que se formarán aleatoriamente. “Adriana ahorra en seis semanas 2 420 soles. Si su jefe le da una gratificación de 1 015 soles por navidad ¿Cuánto tendría Adriana?” Los estudiantes del grupo experimental lo resolverán con el simulador.</li> </ul>		
<b>MATERIAL ADJUNTO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Diapositivas de las últimas cifras en la pandemia</b></li> <li><b>Ejercicios con el Simulador <i>PhET</i></b></li> </ul>		

## Apéndice 4

## Matriz de entrevista semiestructurada

Objetivo General	Objetivo Específico	Dimensiones	Pregunta
<p>Determinar el efecto de la aplicación del simulador PhET en el desarrollo de la competencia matemática “Resuelve problemas de cantidad” en educación virtual en estudiantes del 5to grado de educación primaria en una institución educativa del Callao.</p>	<p>Establecer el efecto del simulador PhET como <b>estrategia didáctica</b> sobre la <b>traducción y comunicación de números y sus expresiones</b> en educación virtual en estudiantes del 5to grado de educación primaria en una institución educativa del Callao.</p>	<b>Estrategia didáctica</b>	¿Qué estrategias didácticas ha usado para la enseñanza de las matemáticas? ¿Por qué empleó estas estrategias?
			¿Qué opina sobre el uso de simuladores como estrategia didáctica? ¿Por qué piensa así?
		<b>Traduce cantidades a expresiones numéricas</b>	¿De qué manera logra que sus estudiantes cambien los datos de un problema a una expresión numérica? ¿Podría ejemplificar?
			¿Cómo favoreció el simulador a que los estudiantes cambien modelos matemáticos a problemas? ¿Podría mencionar algún ejemplo?
		<b>Comunica su comprensión sobre los números y las operaciones.</b>	¿Qué hace usted para que sus estudiantes se comuniquen usando el lenguaje numérico? ¿Podría plantear como lo aplicó?
			¿Cómo ayudó el simulador a que los estudiantes se puedan expresar usando términos numéricos? ¿Podría contar alguna experiencia?
	<p>Establecer el efecto del simulador PhET como <b>tecnología educativa</b> sobre el <b>uso de estrategias y argumentación de relaciones numéricas</b> en educación virtual en estudiantes del 5to grado de educación primaria en una institución educativa del Callao.</p>	<b>Tecnología educativa</b>	Para usted ¿por qué es importante el uso de la tecnología en la educación?
			¿Qué opina de los recursos tecnológicos para la enseñanza de las matemáticas? ¿Por qué opina eso?
		<b>Usa estrategias y procedimientos de estimación y cálculo.</b>	¿Cuáles son las estrategias más usadas para desarrollar la estimación y cálculo mental en sus estudiantes? ¿Por qué las usa?
			¿De qué forma el simulador favoreció la estimación de cantidades? ¿Posee los recursos?
		<b>Argumenta afirmaciones sobre las relaciones numéricas y las operaciones.</b>	¿Cómo motiva a que sus estudiantes puedan explicar o justificar la resolución de un problema? ¿Por qué los motiva de esa manera?
			¿Cómo promovió que sus estudiantes argumenten la resolución de problemas usando los recursos del simulador? ¿Por qué hizo ello?