

## **EFFECTO DE UNA INTERVENCIÓN CON TECNOLOGÍA SOBRE LAS PERCEPCIONES DE SU USO Y EL APRENDIZAJE DEL ÁLGEBRA TEMPRANA**

## **EFFECTO DE UNA INTERVENCIÓN CON TECNOLOGÍA SOBRE LAS PERCEPCIONES DE SU USO Y EL APRENDIZAJE DEL ÁLGEBRA TEMPRANA**

Stephanie Ibarra Cruz

*Universidad de Montemorelos*

[stephanie.ibarra.cruz@gmail.com](mailto:stephanie.ibarra.cruz@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-2939-4977>

Jaime Rodríguez Gómez

*Instituto Universitario del Sureste*

[coord.citec@iunis.edu.mx](mailto:coord.citec@iunis.edu.mx)

<https://orcid.org/0000-0003-4761-140X>

### *RESUMEN*

*El estudio del aprendizaje del álgebra temprana y el uso de la tecnología en la educación están cobrando más relevancia en la actualidad. Por eso, el propósito de esta investigación consistió en medir el efecto de una intervención con tecnología sobre las percepciones de su uso y el aprendizaje de álgebra temprana en estudiantes de licenciatura y de educación primaria. El diseño fue cuantitativo, exploratorio, explicativo de corte pre-experimental con un solo grupo. La muestra se conformó por estudiantes de la Licenciatura en Educación Primaria y niños de educación primaria. Para medir las variables de estudio, se utilizaron dos instrumentos: el Mathematics with Technology Perceptions Survey y el Cuestionario para Evaluar Conocimientos Didáctico-matemáticos sobre Razonamiento Algebraico Elemental. Como resultados generales, se observó una diferencia significativa en las percepciones del uso de la tecnología de estudiantes de licenciatura y en su nivel de conocimiento didáctico del álgebra temprana, al igual que en el nivel de conocimiento del álgebra temprana de los estudiantes de educación primaria.*

*Palabras clave:* álgebra temprana, uso de la tecnología, aprendizaje percibido, estudiantes de formación docente, estudiantes de educación primaria

### *ABSTRACT*

*Early algebra learning and the use of technology in education are gaining more and more relevance today. Therefore, the purpose of this research was to measure the intervention effect with technology on the perceptions of its use and the learning of early algebra in student teachers and elementary*

## EFFECTO DE UNA INTERVENCIÓN CON TECNOLOGÍA

*school students. A pre-experimental quantitative explanatory and exploratory design with a single group was used, with pretest and posttest. The sample was made up of elementary teacher training students and students of the third cycle of elementary education. Two instruments were used to measure the study variables, the Mathematics with Technology Perceptions Survey (MTPS), developed by Pierce and Ball (2009), and the Questionnaire to Assess Didactic-mathematical Knowledge on Elementary Algebraic Reasoning, designed by Godino et al. (2015). The general results indicate a significant difference in the teacher training students' perceptions of technology use, their proficiency of early algebra, and the proficiency of early algebra of elementary school students.*

**Keywords:** early algebra, technology, perception, student teachers, elementary school students

### Introducción

El aprendizaje formal del álgebra representa un desafío en la educación secundaria, pues los resultados obtenidos en dicha asignatura son muy bajos (Butto Zarzar y Rojano Ceballos, 2010). Esto ha generado que el desarrollo del pensamiento algebraico se haya introducido de manera oficial en diferentes países, como Japón (Vale et al., 2018) y España (Godino et al., 2015), en niveles equivalentes a la educación primaria.

En México, no se han implementado programas que promuevan el aprendizaje de álgebra en el nivel de educación primaria. Esto se ve reflejado en los pobres resultados obtenidos en pruebas estandarizadas de carácter nacional, como el Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (Planea). Esta prueba se aplica al concluir cada período de la educación básica, con cuatro niveles de desempeño, en el cual el nivel I es *insuficiente* y el IV *sobresaliente*. Los resultados de la prueba Planea 2017 evidencian una deficiencia en el área de matemáticas, ya que el 64.5% de los estudiantes se encuentra en el nivel de insuficiencia (Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación [INEE], 2018a).

En el nivel de insuficiencia, los alumnos son capaces de resolver problemas por medio del conteo básico, comparaciones y cálculos sencillos únicamente con números naturales. Sin embargo, no pueden realizar operaciones básicas con números naturales, fraccionarios ni con signo, así como tampoco resolver ecuaciones (INEE, 2018b).

Estos resultados muestran la necesidad de introducir el estudio del álgebra temprana en la educación primaria, a fin de establecer bases sólidas para el aprendizaje de las matemáticas en grados posteriores.

### *Álgebra temprana*

El álgebra temprana, o *early algebra*, no consiste en impartir contenidos algebraicos de educación secundaria en el nivel de educación primaria con la simbología propia de la asignatura (Moreno Giraldo, 2015). Más bien “lo que busca, es introducir una manera de pensar y actuar en objetos, relaciones, estructuras y situaciones matemáticas; para facilitar el aprendizaje del álgebra en la educación secundaria y crear un aprendizaje basado en la comprensión de las matemáticas” (Blanton y Kaput, citados en Moreno Giraldo, 2015, p. 31).

Según Alsina y Acosta Inchaustegui (2018), el razonamiento algebraico “se refiere a una forma de pensar que supone establecer generalizaciones y regularidades en diversas situaciones matemáticas” (p. 220).

Existen algunos estudios en México en los que se han utilizado estrategias de introducción al álgebra temprana. Se encontró que esto facilita el proceso de comprensión en la resolución de problemas (Medrano y Flores-Macías, 2018) y que los niños son capaces de aprender conceptos sofisticados relacionados con variables cuantitativas y las notaciones de las mismas, pues el estudio del álgebra temprana puede ayudar a reducir problemas cognitivos de aprendizaje en la educación secundaria (Blanton et al., 2017). Además, Asghari y Khosroshahi (2016) muestran evidencia empírica de que los niños de nivel preescolar pueden usar la propiedad asociativa del álgebra.

Por otro lado, estudios como el de Chimoni et al. (2018) muestran que los estudiantes de educación primaria experimentan dificultad al realizar tareas algebraicas, pero perciben este problema como una oportunidad para utilizar técnicas intuitivas en el aprendizaje de las matemáticas y luego estudiar temas más sofisticados. En el mismo sentido, Venenciano y Heck (2016) proporcionan evidencia de que el desarrollo de habilidades en el razonamiento lógico y la generalización preparan al estudiante para el aprendizaje del álgebra.

### **Enseñanza con tecnología**

La tecnología ha modificado la manera en que las personas socializan y se recrean, lo que a su vez ha tenido impacto en la educación, la cual va cambiando conforme la sociedad lo hace. En este contexto, el docente juega un papel muy

importante para incorporar la tecnología en la educación, pues sus percepciones y actitudes hacia ella afectarán de manera positiva o negativa la forma en que la integra en el salón de clases (Álvarez et al., 2011; Valdés-Cuervo et al., 2011).

Las investigaciones que se han realizado sobre las actitudes y percepciones hacia el uso de tecnología son variadas y consideran los distintos grados escolares en los que enseñan los docentes. Se deberían tomar en cuenta los resultados de estas investigaciones para que la tecnología se integre en la educación; por ejemplo, en los aspectos siguientes: (a) los beneficios que aporta, (a) la agilización administrativa y (c) los elementos que obstaculizan su incorporación (Álvarez et al., 2011; Peinado et al., 2011; Sáez López, 2010; Valdés-Cuervo et al., 2011).

Estas investigaciones coinciden en dos características de los maestros: (a) una actitud positiva para incorporar la tecnología y (b) la certeza de la importancia del papel que juega el docente para utilizarla de manera pertinente; es decir, para que cumpla con los objetivos educativos acerca del aprendizaje de los estudiantes. A pesar de esto, los docentes no utilizan eficientemente la tecnología adecuada, debido al desconocimiento de las estrategias para introducirlas en sus clases. Esto resalta la necesidad de una formación profesional docente en el uso de herramientas tecnológicas, el acompañamiento y la actualización, la inversión de tiempo y esfuerzo y la diversificación de los recursos en las escuelas (Álvarez et al., 2011; Peinado et al., 2011; Sáez López, 2010; Valdés-Cuervo et al., 2011).

Los docentes manifiestan una actitud positiva hacia el uso de la tecnología en la asignatura de matemáticas (Pierce y

Ball, 2009; Wachira y Keengwe, 2011). Una investigación de Fernández Martín et al. (2002) mostró que un 86% de los maestros entrevistados opinaron que la tecnología puede ser utilizada para el estudio de las matemáticas. Sin embargo, aunque los docentes presentan una buena actitud y disposición, son pocos los que la utilizan en su práctica educativa y tienen la motivación que genera utilizar estas herramientas para que los alumnos se involucren en las clases (Bennison y Goos, 2010).

No obstante, algunos estudios señalan que los docentes perciben ciertas barreras para incorporar la tecnología en la enseñanza, como el costo para adquirirla, que puede generar inequidad en los estudiantes, la falta de tecnología y el conocimiento pedagógico para su uso. Por ello enfatizan la importancia de abordar las actitudes, las percepciones y la capacitación en el uso de la tecnología desde la formación profesional de los futuros maestros (Pierce y Ball, 2009; Wachira y Keengwe, 2011) y para percibir la transversalidad y la interacción de la tecnología con las matemáticas y su enseñanza (Niess, 2005).

### **Relación entre las variables**

Existen investigaciones que señalan que la tecnología contribuye al desarrollo del pensamiento algebraico temprano, el cual progresa hacia pensamientos más sofisticados (Kieran et al., 2016). Además, se están haciendo esfuerzos, basados en el uso de la tecnología, para proporcionar ayuda al docente a fin de que pueda implementar un desarrollo intuitivo de los contenidos que resultan difíciles de explicar (Hewitt, 2016).

Alsina y Acosta Inchaustegui (2018) brindaron las primeras orientaciones didácticas para utilizar la robótica como

recurso para desarrollar el razonamiento algebraico en niños de preescolar. Los autores recomiendan que, para vincular el pensamiento algebraico y computacional, es necesario plantear actividades relevantes que utilicen ambos pensamientos, fomentar el razonamiento mediante preguntas bien formuladas, promover la interacción, la negociación y el diálogo, vincular los conocimientos de diferentes áreas y utilizar la representación para una mejor comprensión y transferencia de conocimientos.

Así mismo, diferentes investigaciones muestran que el uso de la tecnología, ya sea por medio de la programación o con el uso de robots, contribuye al desarrollo de nociones algebraicas que son necesarias para el aprendizaje formal del álgebra en años posteriores, favoreciendo (a) la perseverancia en la resolución de problemas, (b) la generalización de patrones, (c) el desarrollo del pensamiento computacional, (d) la motivación de los estudiantes para involucrarse en las actividades propuestas, (e) el aprendizaje por prueba y error, (f) la comunicación de ideas, números, espacio y patrones y (g) el trabajo colaborativo (Briz Redón y Serrano Aroca, 2018; Galindo, 2014; Marmolejo Valle y Campos Salgado, 2012; Murcia Londoño y Henao López, 2017).

### **Metodología**

#### **Diseño**

La investigación fue de tipo cuantitativo, exploratorio, explicativo, de corte pre-experimental con un solo grupo, con la aplicación pretest y posttest.

#### **Participantes**

Este estudio se realizó con dos poblaciones distintas. El primer grupo se conformó de 18 estudiantes que cursaban el

último año de la Licenciatura en Educación Primaria de una escuela normal de Montemorelos, Nuevo León, los cuales participaron de manera voluntaria. El segundo grupo se conformó por ocho estudiantes del tercer ciclo de educación primaria (niños de 10 y 11 años) que se inscribieron de manera voluntaria en un taller ofrecido para esta investigación. En ambos casos, los grupos fueron reducidos debido a la temática del taller, ya que se pretendió brindar atención personalizada para la resolución de las actividades, a fin de observar detenidamente el comportamiento de los participantes ante los problemas propuestos en la investigación. Así mismo, se implementaron enfoques distintos en cada grupo, pero no se compararon entre ellos. En el caso de los estudiantes de licenciatura, las actividades se centraron en la enseñanza y la promoción del álgebra temprana y en las percepciones del uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas. Por otro lado, para el grupo de niños de educación primaria, solo se implementaron actividades de aprendizaje del álgebra temprana.

### Procedimiento

En un primer momento, se administraron dos instrumentos a los estudiantes de licenciatura, uno para medir las percepciones del uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas y el otro para medir el grado de conocimiento de la enseñanza del álgebra temprana. Por otro lado, con los alumnos de educación primaria, se administró un solo instrumento para medir el grado de conocimiento del álgebra temprana.

Posteriormente, se llevó a cabo la intervención con ambos grupos por separado. Para ello, se diseñaron ocho actividades en las que se utilizaron hojas de

cálculo como herramienta tecnológica (Microsoft Excel y Google Sheets). En cada una de ellas se trataron conceptos como incógnita, ecuación, generalización y función.

Al término de las actividades, se administraron los mismos instrumentos en ambos grupos para determinar si existían diferencias significativas en las variables del estudio entre los valores obtenidos en los dos momentos.

### Instrumentos

Las percepciones del uso de la tecnología se midieron por medio de una adaptación al español del Mathematics with Technology Perceptions Survey (MTPS), elaborado por Pierce y Ball (2009), el cual está conformado por 12 ítems medidos en una escala Likert, cuyo rango va desde *totalmente en desacuerdo* (1) hasta *totalmente de acuerdo* (5). Los ítems se hallan agrupados en tres dimensiones: (a) actitudes hacia la tecnología (AT), (b) control del comportamiento (CC) y (c) normas subjetivas (NS). A su vez, estas dimensiones pueden clasificarse en dos grupos: (a) barreras (B) y (b) facilitadores (F). Este cuestionario fue validado en México en un estudio realizado por Ibarra Cruz y Rodríguez Gómez (2020), con un índice de consistencia interna aceptable ( $\alpha = .737$ ).

Para medir el grado de conocimiento de álgebra temprana, se utilizó un cuestionario de 10 tareas para evaluar conocimientos didáctico-matemáticos sobre razonamiento algebraico elemental (en adelante CDM-RAE), diseñado y validado por Godino et al. (2015). Este cuestionario se evalúa otorgando dos puntos a las respuestas correctas, un punto a las parcialmente correctas y cero punto a las incorrectas, con un puntaje máximo de 50.

## EFECTO DE UNA INTERVENCIÓN CON TECNOLOGÍA

Así mismo, los reactivos se encuentran clasificados según el contenido didáctico que se enfatiza. Sin embargo, no son excluyentes, por lo que un reactivo puede pertenecer a más de una categoría: (a) contenido epistémico (reactivos 2b, 4b, 5c, 6b, 7b, 7c, 9b y 10b), (b) contenido cognitivo (reactivos 1a, 1b, 2a, 3b, 4c y 6c), (c) contenido instruccional (reactivos 5b, 8b, 9c y 10a) y (d) contenido algebraico (reactivos 3a, 4a, 5a, 6a, 7a, 8a, 9a y 10b).

### Resultados

En esta investigación se plantearon tres hipótesis. La primera de ellas de-

clara que existe diferencia significativa entre el pretest y el postest en el nivel de percepción del uso de la tecnología en la enseñanza de matemáticas en estudiantes de licenciatura. Al respecto, la Tabla 1 presenta los datos descriptivos obtenidos en el pretest y en el postest, respecto de la percepción general (PG) del uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas y en las dimensiones que conforman el instrumento. Los ítems con una connotación negativa fueron recodificados para que la interpretación de los datos tuviera el mismo sentido, por lo que una mayor media indica una mejor percepción en las variables del estudio.

Tabla 1

*Descripción de las dimensiones de la percepción del uso de tecnología en estudiantes de licenciatura*

Dimensión	Pretest		Postest	
	<i>M</i>	<i>DE</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>
Actitud hacia la tecnología (AT)	3.40	0.643	4.26	0.455
Control del comportamiento (CC)	3.16	0.612	3.72	0.641
Normas subjetivas (NS)	3.09	0.439	3.40	0.492
Facilitadores (F)	3.36	0.580	4.05	0.396
Barreras (B)	3.12	0.503	3.68	0.529
Percepción general (PG)	3.24	0.424	3.87	0.356

La comparación de las percepciones entre el pretest y el postest se realizaron por medio de la prueba *t* de Student para muestras relacionadas. Se validó el supuesto de normalidad con la prueba Shapiro-Wilk de las diferencias de las percepciones individuales entre pretest y postest ( $t_{(18)} = 0.898, p = .054$ ).

Los resultados de la prueba *t* de Student para muestras relacionadas sugieren que existe una diferencia significativa de medias de las percepciones individuales entre el pretest ( $M = 3.24,$

$DE = 0.424$ ) y el postest ( $M = 3.87, DE = 0.356$ ) ( $t_{(17)} = -8.128, p = .000; 1 - \beta = .999$ ). El tamaño del efecto medido con la *d* de Cohen mostró que el cambio de las percepciones del uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas fue muy importante ( $d = 1.595$ ). En la Figura 1 se puede observar un desplazamiento de la media entre ambas mediciones.

La segunda hipótesis propone que existe diferencia significativa entre el pretest y el postest en el nivel de conocimiento de álgebra temprana en estudiantes de

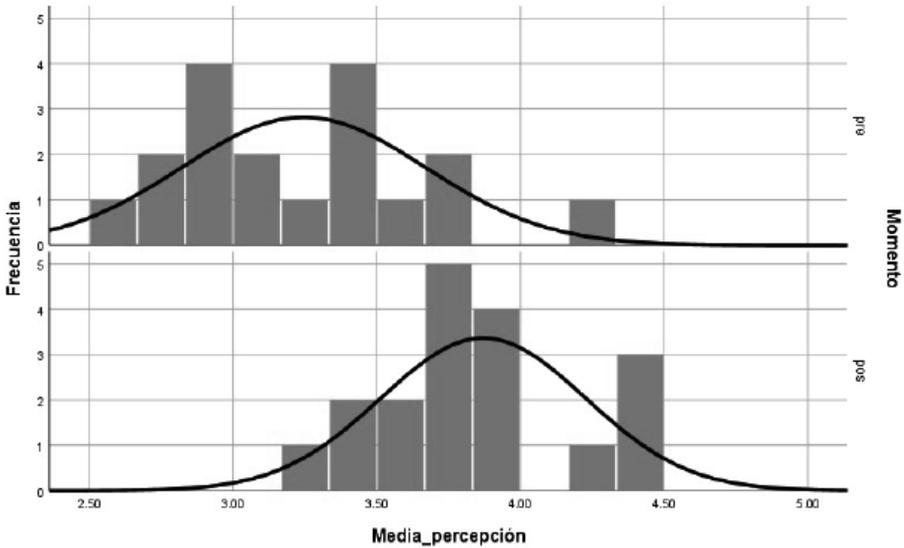
licenciatura. A continuación, se presentan los resultados referentes a la validación de esta hipótesis.

Antes de la intervención se aplicó el pretest para medir el conocimiento algebraico de los estudiantes de licenciatura. Se calculó el índice de consistencia interna alfa de Cronbach del cuestionario CDM-RAE, obteniendo un valor

aceptable ( $\alpha = .858$ ). La media del puntaje total obtenido por los estudiantes de licenciatura fue de 11.56 ( $DE = 6.853$ ), siendo el puntaje más alto obtenido de 25 y el más bajo de 4, de un máximo de 50 puntos. Esto muestra una clara deficiencia de los estudiantes de licenciatura en el conocimiento algebraico elemental.

Figura 1

*Diferencia pretest-postest de las percepciones del uso de la tecnología de los estudiantes de licenciatura*



Al término de la intervención, se aplicó nuevamente el mismo instrumento y se volvió a calcular el índice de consistencia interna alfa de Cronbach, obteniendo un valor muy bueno ( $\alpha = .922$ ). A diferencia del pretest, la media del puntaje después de la intervención se incrementó a 26.56 ( $DE = 12.157$ ), de 50 puntos posibles, lo cual sigue siendo bajo, pero representó un cambio a como se encontraban en un inicio. El puntaje más alto obtenido en el postest fue de 44 y el más bajo de 4, igualmente con un

máximo de 50 puntos.

En la Tabla 3 se pueden observar las medias obtenidas en los puntajes de cada categoría en ambas mediciones. En cuanto al contenido epistémico, del puntaje posible total para esta categoría (16), en el pretest se obtuvo una media de 1.67, lo cual indica, según lo descrito por Godino et al. (2015), que los estudiantes de licenciatura presentan una gran deficiencia en el reconocimiento de objetos y procesos algebraicos (representaciones, conceptos, procedimientos,

propiedades; generalización, modelización) y en el reconocimiento de niveles de algebrización. Por otro lado, el puntaje máximo posible para el cognitivo era de 12, por lo que los estudiantes mostraron un desempeño insuficiente ( $M = 6.44$ ), lo que implica una falta de conocimiento sobre los significados personales de los alumnos; es decir, conocer cómo piensan los estudiantes ante el tipo de problemáticas planteadas.

Tabla 3  
*Resultados por categorías del conocimiento algebraico en estudiantes de licenciatura*

Contenido didáctico	Pretest		Postest	
	M	DE	M	DE
Epistémico	1.67	1.782	7.89	4.157
Cognitivo	6.44	1.542	8.17	2.875
Instruccional	0.61	2.67	2.50	2.333
Algebraico	2.67	2.679	9.33	4.899

En cuanto a la categoría instruccional, siendo 8 el puntaje total posible de obtener, presentó la media más baja ( $M = 0.61$ ), lo que indica la falta de capacidad o conocimiento por parte de los estudiantes de licenciatura para diseñar recursos para la enseñanza del álgebra en el nivel primario y adecuarlos al currículo escolar. En la categoría de contenido algebraico, de un puntaje posible de 16, los participantes obtuvieron una media inferior al de la media posible ( $M = 2.67$ ), lo cual hace notar el bajo conocimiento de los estudiantes en aspectos algebraicos elementales.

Por otra parte, en el postest, un 61% de los estudiantes obtuvieron resultados arriba de la media posible. Sin embargo, la diferencia entre el puntaje más alto y el más bajo fue de 40 puntos. Al igual que en el pretest, los valores analizados

por cada dimensión son bajos, lo que indica un desempeño insuficiente de los estudiantes. A pesar de ello, se puede apreciar una mejoría en todas las categorías.

Al aplicar la prueba estadística  $t$  de Student para muestras relacionadas, se encontró una diferencia significativa entre el pretest y el postest ( $t_{(17)} = -6.205$ ,  $p = .000$ ;  $1 - \beta = .999$ ). Los resultados muestran el efecto de la intervención en el cambio del nivel de conocimiento de álgebra temprana en estudiantes de licenciatura, con un tamaño del efecto según la  $d$  de Cohen muy importante ( $d = 1.520$ ). En la Figura 2 se puede observar un desplazamiento de la media entre ambas mediciones.

La tercera hipótesis de investigación está enfocada en los niños de educación primaria. Según ella, existe diferencia significativa entre el pretest y el postest en el nivel de conocimiento del álgebra temprana en los estudiantes de educación primaria.

Para el análisis del conocimiento algebraico de los alumnos de primaria, se seleccionaron algunos de los reactivos del cuestionario diseñado por Godino et al. (2015), de acuerdo con las actividades que se trabajaron en la intervención. Se seleccionaron ocho ejercicios pertenecientes a la categoría de contenido algebraico, excluyendo las otras categorías debido a su naturaleza didáctica más que de conocimiento.

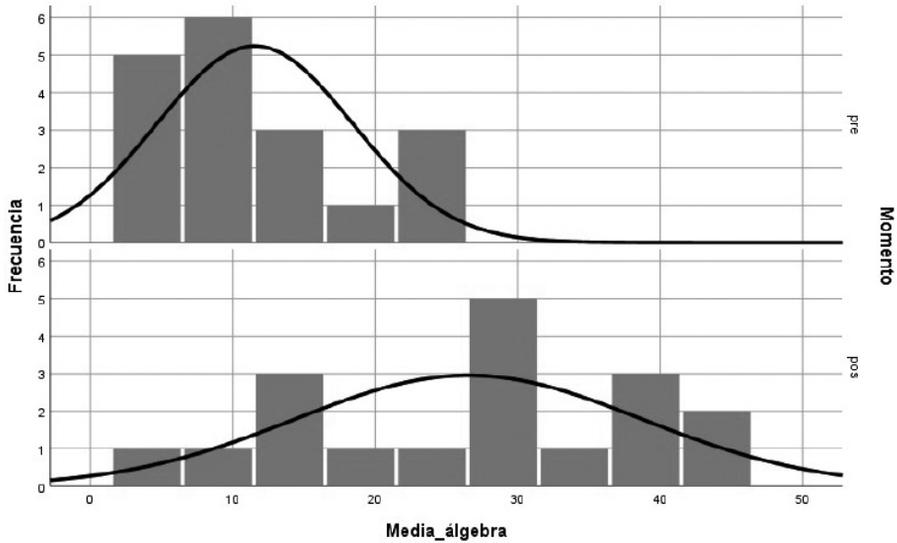
Al analizar la confiabilidad del cuestionario resultante por medio del índice de consistencia interna alfa de Cronbach, se obtuvo un valor aceptable tanto en el pretest ( $\alpha = .754$ ) como en el postest ( $\alpha = .890$ ). La media obtenida por los alumnos en el pretest fue de 32.13 ( $DE = 12.241$ ), siendo esta una nota reprobatoria, lo que indica la falta de conocimiento de los alumnos en aspectos

que involucran álgebra elemental. Por otro lado, la media en el postest mejoró considerablemente ( $M = 71.00$ ,  $DE = 9.335$ ), por lo que el conocimiento de

los estudiantes en contenidos algebraicos mejoró, logrando una calificación por encima de la reprobatoria, la cual se considera como buena.

Figura 2

*Diferencia pretest-postest en el conocimiento de álgebra temprana en estudiantes de licenciatura*



Se validó el supuesto de normalidad con la prueba Shapiro-Wilk ( $t_{(8)} = 0.908$ ,  $p = .339$ ), de las diferencias entre pretest y postest.

Al aplicar la prueba estadística  $t$  de Student para muestras relacionadas, se encontró que existe una diferencia significativa ( $t_{(7)} = -21.998$ ,  $p = .000$ ;  $1 - \beta = 1$ ) entre el pretest y el postest. Los resultados muestran el efecto de la intervención en el cambio del nivel de conocimiento de álgebra temprana en estudiantes de primaria, con un tamaño del efecto según la  $d$  de Cohen muy importante ( $d = 3.570$ ). En la Figura 3 se puede observar un desplazamiento de la media entre ambas mediciones.

### Discusión

El propósito principal de la presente investigación fue evaluar el efecto de una intervención con tecnología sobre las percepciones del uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas y el nivel de conocimiento algebraico elemental de estudiantes de licenciatura y de educación primaria.

Respecto de la percepción en general, el 72% de los estudiantes considerados en esta investigación presentaron una postura favorable respecto de los beneficios que aporta el utilizar la tecnología en la enseñanza, especialmente en el área de matemática. Estos resultados concuerdan con lo expuesto por Benison y Goos (2010), cuyos resultados

## EFEECTO DE UNA INTERVENCIÓN CON TECNOLOGÍA

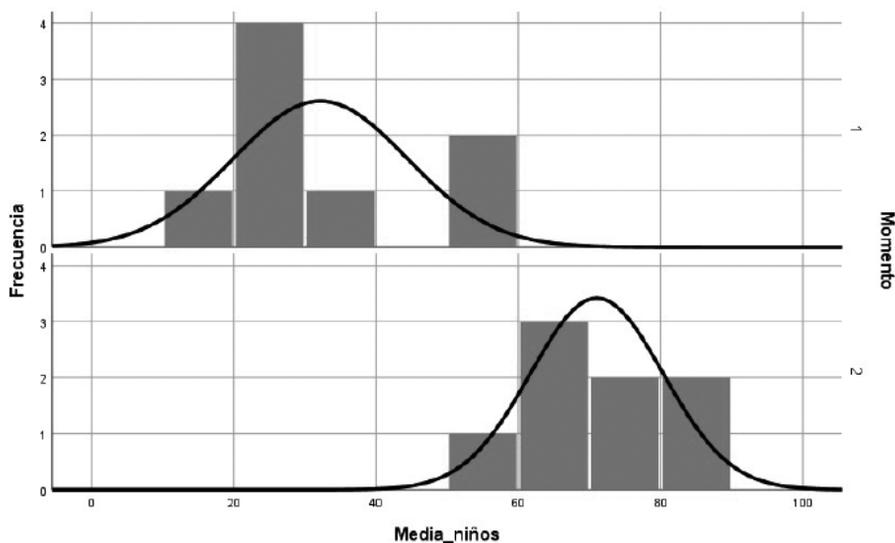
mostraron que el 63.9% de los docentes encuestados presentaron actitudes similares a los de este estudio.

Además, como se pudo observar en esta investigación y en la de diversos autores, los futuros maestros poseen una actitud favorable y buena disposición para incorporar recursos tecnológicos en la enseñanza de las matemáticas, específicamente

porque motiva a los estudiantes y puede hacer más amigable el aprendizaje de las matemáticas, así como en la ilustración de conceptos que son difíciles de representar sin la tecnología (Álvarez et al., 2011; Fernández Martín et al., 2002; Peinado et al., 2011; Pierce y Ball, 2009; Sáez López, 2010; Valdés-Cuervo et al., 2011; Wachira y Keengwe, 2011).

Figura 3

*Diferencia pretest-postest del conocimiento de álgebra en alumnos de educación primaria*



Así mismo, la capacitación que recibieron los estudiantes de licenciatura para utilizar la tecnología en la enseñanza mejoró su actitud hacia ella. La barrera de la falta de conocimiento del uso de la tecnología se puede atender si se proporcionan los recursos, herramientas y estrategias adecuados desde la formación inicial de los futuros maestros.

En cuanto al conocimiento algebraico, se pudo observar que el uso de la tecnología posee efectos significativos

sobre el aprendizaje de los estudiantes, ya que les permite visualizar de manera práctica e interactiva conceptos como variable, incógnita, función y ecuación. Aunque los efectos de la tecnología en el álgebra temprana han sido poco explorados, esta investigación aportó evidencia de sus beneficios en el aprendizaje del álgebra por medio de una intervención con el uso de hojas de cálculo. Esta conclusión concuerda con los resultados obtenidos por Murcia Londoño y Henao

López (2017), Briz Redón y Serrano Aroca (2018), Galindo (2014), Marmolejo Valle y Campos Salgado (2012) y Alsina y Acosta Inchaustegui (2018), quienes reportan beneficios observados después de una intervención para el fomento del álgebra temprana, utilizando la tecnología de distintas maneras, tales como programación, juegos y robótica, entre otros.

A raíz de lo explorado en este estudio, se sugiere que los docentes promuevan el uso de la tecnología para favorecer el ál-

gebra temprana en sus estudiantes, seleccionando aquellos contenidos en los que se pudieran trabajar nociones de incógnita, generalización, patrones, entre otras; actividades que pueden ser realizadas en hojas de cálculo, juegos digitales o aplicaciones especializadas. Así mismo, se debe promover la capacitación de los docentes en el uso de la tecnología, no solo en el ámbito de las matemáticas, para poder aprovecharla como herramienta de apoyo en el aprendizaje de cualquier área de conocimiento.

### Referencias

- Alsina, Á. y Acosta Inchaustegui, Y. (2018). Iniciación al álgebra en educación infantil a través del pensamiento computacional: una experiencia sobre patrones con robots educativos programables. *Unión: Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 14(52), 218-235. <http://www.fisem.org/www/union/revistas/2018/52/10.pdf>
- Álvarez, S., Cuéllar, C., López, B., Adrada, C., Anguiano, R., Bueno, A., Comas, I. y Gómez, S. (2011). Actitudes de los profesores ante la integración de las TIC en la práctica docente: estudio de un grupo de la Universidad de Valladolid. *Edutec: Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 35, a160. <https://doi.org/10.21556/edutec.2011.35.416>
- Asghari, A. H. y Khosroshahi, L. G. (2016). Making associativity operational. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(8), 1559-1577. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9759-1>
- Bennison, A. y Goos, M. (2010). Learning to teach mathematics with technology: A survey of professional development needs, experiences and impacts. *Mathematics Education Research Journal*, 22(1), 35-56. <https://doi.org/10.1007/BF03217558>
- Blanton, M., Brizuela, B. M., Gardiner, A. M., Sawrey, K. y Newman-Owens, A. (2017). A progression in first-grade children's thinking about variable and variable notation in functional relationships. *Educational Studies in Mathematics*, 95(2), 181-202. <https://doi.org/10.1007/s10649-016-9745-0>
- Briz Redón, A. y Serrano Aroca, A. (2018). Aprendizaje de las matemáticas a través del lenguaje de programación R en educación secundaria. *Educación Matemática*, 30(1), 133-162. <https://doi.org/10.24844/EM3001.05>
- Butto Zarzar, C. y Rojano Ceballos, T. (2010). Pensamiento algebraico temprano: El papel del entorno Logo. *Educación Matemática*, 22(3), 55-86. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ed/v22n3/v22n3a4.pdf>
- Chimoni, M., Pitta-Pantazi, D. y Christou, C. (2018). Examining early algebraic thinking: Insights from empirical data. *Educational Studies in Mathematics*, 98(1), 56-76.
- Fernández Martín, F. D., Hinojo Lucena, F. J. y Aznar Díaz, I. (2002). Las actitudes de los docentes hacia la formación en tecnologías de la información y comunicación (TIC) aplicadas a la educación. *Contextos Educativos*, 5, 253-270. <https://doi.org/10.18172/con.516>
- Galindo, M. (2014). Efectos del proceso de aprender a programar con "Scratch" en el aprendizaje significativo de las matemáticas en los estudiantes de grado quinto de educación básica primaria. *Escenarios*, 12(2), 87-102. <https://doi.org/10.15665/esc.v13i2.601>
- Godino, J. D., Aké, L. P., Contreras, Á., Díaz, C., Estepa, A., Blanco, T. F., Lacasta, E., Lasa, A., Neto, T., Oliveras, L. y Wilhelmi, M. R. (2015). Diseño de un cuestionario para evaluar conocimientos didáctico-matemáticos sobre razonamiento algebraico elemental. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 33(1), 127-150. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v33-n1-godino-ake-et-al>
- Hewitt, D. (2016). Designing educational software: The case of grid algebra. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 2(2), 167-198. <https://doi.org/10.1007/s40751-016-0018-4>

## EFFECTO DE UNA INTERVENCIÓN CON TECNOLOGÍA

- Ibarra Cruz, S. y Rodríguez Gómez, J. (2020). Percepciones del uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas en estudiantes de licenciatura. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 33(1), 698-706.
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2018a). *Planea: resultados nacionales 2017: 3° de secundaria*. <https://historico.mejoredu.gob.mx/publicaciones/planea-resultados-nacionales-2017-3o-de-secundaria-lenguaje-y-comunicacion-y-matematicas/>
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2018b). *Planea: una nueva generación de pruebas. ¿Qué evalúan las pruebas? Matemáticas*. [http://planea.sep.gob.mx/content/general/docs/2015/PlaneaFasciculo\\_8.pdf](http://planea.sep.gob.mx/content/general/docs/2015/PlaneaFasciculo_8.pdf)
- Kieran, C., Pang, J. P., Schifter, D. y Ng, S. F. (2016). *Early algebra: Research into its nature, its learning, its teaching*. Springer.
- Marmolejo Valle, J. E. y Campos Salgado, V. (2012). Pensamiento lógico matemático con Scratch en nivel básico. *Revista Vínculos*, 9(1), 87-95. <https://doi.org/10.14483/2322939X.4208>
- Medrano, A. y Flores-Macias, R. C. (2018). Álgebra temprana como herramienta de análisis y comprensión de problemas aritméticos en primaria. *Cultura Educación y Sociedad*, 9(1), 9-26. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/culturaeducacionysociedad/article/view/1808>
- Moreno Giraldo, G. A. (2015). *Una aproximación al álgebra temprana por medio de una secuencia de tareas matemáticas de patrones numéricos* [Tesis de licenciatura, Universidad del Valle]. Biblioteca Digital. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/9755/3469-0510673.pdf>
- Murcia Londoño, E. y Henao López, J. C. (2017). Resultados preliminares de la estrategia de uso de dispositivos robóticos en la enseñanza de las matemáticas. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 11(21), 95-102. <https://doi.org/10.31908/19098367.3287>
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21(5), 509-523. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2005.03.006>
- Peinado, S., Bolívar, J. M. y Briceño, L. A. (2011). Actitud hacia el uso de la computadora en docentes de educación secundaria. *CONHISREMI: Revista Universitaria Arbitrada de Investigación y Diálogo Académico*, 7(1), 86-105.
- Pierce, R. y Ball, L. (2009). Perceptions that may affect teachers' intention to use technology in secondary mathematics classes. *Educational Studies in Mathematics*, 71(3), 299-317. <https://doi.org/10.1007/s10649-008-9177-6>
- Sáez López, J. M. (2010). Actitudes de los docentes respecto a las TIC, a partir del desarrollo de una práctica reflexiva. *Escuela Abierta*, 13, 37-54. <https://ea.ceuandalucia.es/index.php/EA/article/view/122>
- Valdés-Cuervo, A. A., Arreola-Olivarria, C. G., Angulo-Armenta, J., Carlos-Martínez, E. A. y García-López, R. I. (2011). Actitudes de docentes de educación básica hacia las TIC. *Magis: Revista Internacional de Investigación en Educación*, 3(6), 379-392. <https://doi.org/10.11114/Javeriana.m3-6.adeb>
- Vale, C., Widjaja, W., Doig, B. y Groves, S. (2018). Anticipating students' reasoning and planning prompts in structured problem-solving lessons. *Mathematics Education Research Journal*, 31, 1-25. <https://doi.org/10.1007/s13394-018-0239-5>
- Venenciano, L. y Heck, R. (2016). Proposing and testing a model to explain traits of algebra preparedness. *Educational Studies in Mathematics*, 92(1), 21-35. <https://doi.org/10.1007/s10649-015-9672-5>
- Wachira, P. y Keengwe, J. (2011). Technology integration barriers: Urban school mathematics teachers perspectives. *Journal of Science Education and Technology*, 20(1), 17-25. <https://doi.org/10.1007/s10956-010-9230-y>

Recibido: 15 de abril de 2021

Revisado: 7 de junio de 2021

Aceptado: 5 de julio de 2021