

# Fortalecer el álgebra a través de los procesos aritméticos en la educación secundaria

MARTHA DANIELA GARCÍA MORENO\*  
ANGÉLICA DUEÑAS CRUZ\*\*

La investigación “Fortalecimiento del aprendizaje del álgebra a través de la indagación conceptual, procesual y situacional de la enseñanza de los contenidos de aritmética en dos escuelas secundarias de la zona metropolitana de Guadalajara” tiene como propósito fortalecer el aprendizaje del álgebra a través de los procesos cognitivos de articulación de la aritmética para intervenir en mejorar de la práctica educativa. Este es uno de los principios expresados en la Reforma Integral de Educación Básica (RIEB).

En este trabajo se exponen de manera sintética los primeros hallazgos de la investigación, cuyo proceso y resultados están articulados al fortalecimiento del aprendizaje de las matemáticas, más específicamente, del álgebra en secundaria. Es una investigación interinstitucional y colaborativa entre investigadores y docentes, de corte cualitativo. Se toman en cuenta, como ejes, el plan y programa de estudios, la práctica del docente y la construcción del aprendizaje del estudiante; en los tres aspectos analizados se considera cómo se presenta la vinculación del aprendizaje del álgebra con las otras áreas de las matemáticas, especialmente la aritmética y diversas áreas del conocimiento. A partir de la información encontrada se detectan las fortalezas y debilidades que se presentan en los aspectos analizados y se toman como pauta para realizar un curso taller en el que el docente, al reconocer la situación, diseña estrategias que permiten elevar la calidad del aprendizaje del álgebra en sus alumnos.

El objetivo del taller es propiciar la comprensión y uso de elementos teóricos conceptuales, procedimentales y actitudinales que fortalezcan el aprendizaje del álgebra a partir del análisis de la observación de las prácticas de docentes y de los procesos cognitivos de los estudiantes en educación secundaria. Las estrategias exitosas se publicarán y conformarán la elaboración de un *software*.

El análisis, por parte del equipo de investigación, del plan articulado de educación básica y de los programas de estudio de educación secundaria (SEP, 2011a; 2011b), permitió conocer la organización, perfiles, propósitos, metas y

\* Investigadora y responsable técnica del proyecto de investigación “Fortalecimiento del aprendizaje del álgebra a través de la indagación conceptual, procesual y situacional de la enseñanza de los contenidos de aritmética en dos escuelas secundarias de la zona metropolitana de Guadalajara”, Instituto de Investigación y Docencia para el Magisterio. CE: pame-la\_dimat@hotmail.com

\*\* Investigadora del proyecto de investigación “Fortalecimiento del aprendizaje del álgebra a través de la indagación conceptual, procesual y situacional de la enseñanza de los contenidos de aritmética en dos escuelas secundarias de la zona metropolitana de Guadalajara” y académica de la Benemérita Escuela Normal de Zacatecas “Manuel Ávila Camacho”. CE: duenasacruz@gmail.com

recursos que se consideran para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas; así como valorar los aspectos que favorecen la construcción del conocimiento, es decir, qué aciertos o debilidades se presentan al tratar de responder a las necesidades científicas y tecnológicas de la sociedad.

Después de analizar los ejes temáticos del área de matemáticas, y la forma en que se relacionan de manera interdisciplinaria, se concluye que es importante que, a partir de la presentación de las situaciones de aprendizaje que contemplen contenidos de aritmética, se establezca una relación *a priori*, con base en las experiencias presentadas y los conocimientos previos de los alumnos con los principios del álgebra.

Otra de las dimensiones estudiadas es la práctica docente, y para ello se realizó una breve entrevista y observaciones focalizadas a los docentes, a través de las cuales se identificó la dinámica de trabajo que se presenta en el aula. Para analizar la información obtenida se establecieron categorías que dan cuenta de las características de las estrategias docentes (Bazdresch, 2006). El propósito fue contar con una panorámica más amplia del proceso de formación en el área de matemáticas, y para eso se requería conocer qué se enseña, cómo se enseña y cómo aprenden los alumnos. El foco fue la relación entre los contenidos disciplinares.

La observación focalizada permitió recuperar y analizar la práctica docente en las sesiones de álgebra. En este método de análisis de la realidad se determina un aspecto como foco de interés; en este caso: cómo establece el o la docente la relación de enseñanza y aprendizaje para la aritmética y el álgebra. En total se consideraron diez prácticas a recuperar. Los temas de matemáticas abordados fueron los siguientes: multiplicación de los números con signo, ecuaciones lineales, ecuaciones con dos incógnitas, método gráfico, figuras volumétricas y valores, ecuaciones lineales con fracciones algebraicas, funciones, progresiones, proporcionalidad, sistema de ecuaciones y traducción de problemas.

Al analizar los registros de las observaciones a las prácticas que realizan los maestros en el área de matemáticas dentro del aula se encontró que los docentes despliegan, en el desarrollo de su clase, algunas habilidades del pensamiento matemático; entre ellas se encuentra la reversibilidad por inversión, sin reconocer a este proceso como tal, sólo como un saber práctico y no teórico.

En sólo una de diez prácticas observadas se encontró que el docente tomaba en cuenta la creación de un ambiente de aprendizaje a través de la pregunta heurística y el trabajo colaborativo, y que obtenía como resultado una disciplina aceptada y no impuesta. En otras prácticas se consideró la explicación acompañada del cuestionamiento, y se recuperaron los conocimientos previos del alumno para relacionarlos con el tema visto. Sin embargo, dichas prácticas no estaban basadas en una situación cotidiana, sino simplemente en la resolución de un ejercicio, por ejemplo: una ecuación fraccionaria de primer grado, o una operación compleja, ajenas a un contexto matemático.

En ocho prácticas se consideró la resolución de ejercicios y la demostración por parte del docente, quien monitoreó el trabajo de los equipos y respondió a sus dudas, explicando los procesos sin permitir que ellos construyeran su conocimiento. En otra se presentó la exposición del profesor sin recuperar si

al alumno le había resultado clara la exposición del tema, y en otra sólo se observó la resolución de ejercicios sin que los procesos se comprobaran en forma grupal.

Se puede afirmar que en ninguna práctica se dio un proceso basado en el constructivismo, aunque en la mayoría se consideraron los conocimientos previos, referentes a dos aspectos: a sesiones anteriores; y en tres prácticas se estableció una relación entre conceptos y procesos aritméticos (Velázquez, 2000).

La entrevista permitió recuperar una muestra de algunas percepciones del docente respecto al aprendizaje del álgebra. La mayoría de los docentes reconoce que a 50 por ciento de sus alumnos no les gusta la materia, no comprenden los procesos o no tienen bases firmes en su conocimiento anterior, sin embargo, no toman las medidas necesarias para superar esta situación.

Una vez analizadas las prácticas docentes fue necesario conocer una muestra de los procesos cognitivos que siguen los alumnos al resolver alguna situación matemática; así se obtuvo información referente a los procesos de generalización, reversibilidad, seriación, argumentación y representación, entre otros, los cuales constituyen la base fundamental para el desarrollo del pensamiento matemático, y por lo tanto, fortalecen el aprendizaje del álgebra. La entrevista clínica (García y Piaget, 2000) permite conocer una muestra de los procesos de construcción del conocimiento que sigue el alumno en el aprendizaje del álgebra, así como dominios y deficiencias al resolver una situación matemática.

Es importante analizar cómo realiza el alumno la construcción del conocimiento del álgebra para fortalecer desde el aula el aprendizaje de la misma (Trejo y Camarena, 2011). La entrevista proporcionó un acercamiento a las respuestas de los alumnos, dentro de un marco constructivista. Se eligió este enfoque porque en esta investigación se intenta explicar cómo es que el alumno es capaz de construir conceptos, y cómo sus estructuras conceptuales le llevan a construir los conocimientos en función de sus experiencias previas (Borrel, 1989). Este enfoque, además, permitió explorar cómo establece relaciones entre el objeto de conocimiento y sus aprendizajes previos de aritmética, y cómo se presentan el pensamiento reversible, la generalización, la conservación del término algebraico, la seriación y la clasificación de términos (Piaget, 1990; 1991). Conocer los procesos que sigue el alumno en el aprendizaje del álgebra y las dificultades que presenta, así como las condiciones que lo facilitan, permitió diseñar e implementar estrategias que fortalecen el aprendizaje del álgebra.

Las entrevistas clínicas se realizaron con 12 estudiantes de dos secundarias de la zona metropolitana de la Ciudad de México: seis mujeres y seis hombres, que se encuentran en la etapa del estadio de generalización concreta o formal temprano, que comprende de los 13 a los 15 años, y se caracteriza por el uso de operaciones en secuencia y elementos generalizados; capacidad para trabajar con fórmulas, comprensión de generalizaciones y algunas propiedades.

Inicialmente se recuperaron algunas percepciones de los estudiantes respecto al aprendizaje de las matemáticas; posteriormente se les presentó una situación o problema que propiciaba un desequilibrio cognitivo. Al dialogar con el alumno dicha situación se relacionaba con experiencias cotidianas, como

marco referencial. Las fases que se consideraron fueron: exploración; verbalización, en la que el alumno interpreta y establece relaciones en la situación presentada; y formalización, cuando el alumno llega a la abstracción, es decir, formula una respuesta a la situación presentada y utiliza el lenguaje algebraico. Cabe mencionar que en algunos casos no se llegó a esta última fase.

Entre los procesos cognitivos que se consideraron en la entrevista está la argumentación, la cual se tomó en cuenta en todo el desarrollo de la entrevista. Se analizó la forma como el alumno revisa los procesos seguidos, y cómo explica y justifica el por qué se realizan en cada situación a resolver; también se contemplaron las variantes que se pueden presentar en la misma en referencia a la reversibilidad del pensamiento: de inversión, reciprocidad, identidad y correlación.

## PRIMEROS HALLAZGOS

Aunque todavía está en proceso la sistematización de la información obtenida, se pueden realizar algunas afirmaciones preliminares.

- Se encontró que a la mayoría de los alumnos les gusta más la geometría que otro campo de la matemática; al álgebra la encuentran difícil por el uso de las incógnitas. En referencia a la representación de un término algebraico, se les dificulta diferenciar entre lo que representa un coeficiente y un exponente, y confunden la multiplicación con la función exponencial; en el momento en que se recurría a ejemplos aritméticos, lograban hacer la representación algebraica. En contraste, a la mayoría de los alumnos les fue posible llegar a la generalización, y la mayoría no demostró dificultad al trabajar procesos reversibles.
- En cuanto a las estrategias docentes, se comprobó que si se establece la vinculación con los conocimientos previos de aritmética, geometría, medición y manejo de la información que posee el alumno, se facilita la construcción del conocimiento del álgebra. El utilizar ejemplos numéricos y con objetos facilitó la comprensión de la mayoría de los procesos, y permitió llegar a la generalización, es decir, a la representación algebraica.
- Finalmente, algunas de las sugerencias del equipo del área de matemáticas son:
  - Utilizar el lenguaje aritmético o algebraico según sea el caso en diversas situaciones de aprendizaje, resaltando la función que tienen las literales y cómo cada una de ellas representa una generalización de valores.
  - Abordar la generalización desde propiedades aritméticas a través del uso del álgebra, en el aprendizaje de números naturales, enteros y racionales; en esta generalización es importante hacer énfasis en las leyes de los exponentes, ya que la mayoría de los alumnos presentó dificultades en la representación exponencial de términos algebraicos en la entrevista para recuperar los procesos cognitivos.

- Otro aspecto que favorecería el establecimiento de relaciones de los contenidos de aritmética con el aprendizaje algebraico sería considerar los algoritmos en diversas representaciones y efectuar cálculos de manera divergente, así como el uso de incógnitas en diferentes contextos y situaciones, y no sólo como representación de un número perdido que es preciso encontrar.
- Utilizar el pensamiento variacional en cada tema a presentar ayudaría a que el alumno encontrara sentido a lo aprendido; por ejemplo, representar la gráfica de una ecuación y tomar en cuenta los conocimientos previos, ayudará a considerar la utilidad del conocimiento construido con anterioridad y la manera como éste facilita la construcción del nuevo conocimiento.
- Usar conceptos y representaciones geométricas para establecer relaciones entre el conocimiento algebraico y aritmético a través del uso de patrones geométricos y numéricos, de la deducción y representación de fórmulas, lo que permitiría llegar a la comprensión de la generalización.

## REFERENCIAS

- BAZDRESCH, Miguel (2006), “La intervención de la práctica educativa”, en Ruth Perales (coord.), *La significación de la práctica educativa*, México, Paidós Educador.
- BORRELL, Francesc (1989), *Manual de entrevista clínica*, Barcelona, Ed. Doyma.
- GARCÍA, Rolando y Jean Piaget (2000), *Hacia una lógica de significaciones*, Madrid, Gedisa.
- Gobierno de México-Secretaría de Educación Pública (SEP) (2011a), *Programas de estudio 2011. Guía para el Maestro. Educación Básica. Secundaria. Matemáticas*, México, SEP.
- Gobierno de México-Secretaría de Educación Pública (SEP) (2011b), *Plan de estudios 2011. Educación básica*, México, Conaliteg.
- PIAGET, Jean (1990), *La equilibración de las estructuras cognitivas: problema central del desarrollo*, Madrid, Gedisa.
- PIAGET, Jean (1991), *Introducción a la epistemología genética: el pensamiento matemático*, Madrid, Paidós.
- TREJO, Elia y Patricia Camarena (2011), “Análisis cognitivo de situaciones problema con sistemas de ecuaciones algebraicas”, *Educación Matemática*, vol. 23, núm. 2, pp. 65-90.
- VELÁZQUEZ M., Fidelia (2000), “De la instrucción matemática a la educación matemática”, *Números*, núm. 43-44, pp. 129-134.