

# EL APRENDIZAJE Y LOS PROCESOS COGNITIVOS EN LA SOLUCIÓN DE TAREAS CON RAZONES TRIGONOMÉTRICAS

Marta Romero  
IED Pompilio Martínez

*La presente investigación tiene como objetivo establecer la relación que existe entre los procesos cognitivos y el aprendizaje de las matemáticas, en estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Pompilio Martínez de Cajicá, al resolver tareas de razones trigonométricas. La investigación es de tipo cuantitativo, con un diseño cuasi experimental transaccional descriptivo. Se trabajó con una población de 299 estudiantes. Para recolectar la información, se proporcionó a cada estudiante un cuestionario de preguntas de selección múltiple con única respuesta verdadera. Para la implementación de la unidad didáctica, se tomó un grupo experimental de grado décimo y, para la evaluación final, se aplicó el cuestionario al grupo experimental y a un grupo control. Se concluye que existe relación entre los procesos cognitivos y el aprendizaje de la matemática, cuando solucionan tareas con razones trigonométricas, que son mediadas por la planeación pedagógica de unidades didácticas.*

**Palabras clave:** aprendizaje de la matemática, procesos cognitivos, unidades didácticas, análisis didáctico y razones trigonométricas.

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación describe el aprendizaje de las matemáticas y los procesos cognitivos en la solución de tareas con razones trigonométricas en la Institución Educativa Pompilio Martínez de Cajicá, Colombia. Nace de la experiencia vivida en la práctica pedagógica como profesora del área de matemáticas y como observadora analítica de los resultados de las diferentes pruebas, tanto internas como externas. En ellas, se evidencia que los estudiantes tienen dificultades para solucionar las situaciones problema que se les presentan.

El problema de investigación surge por una indudable falta de desarrollo de los procesos cognitivos y aprendizaje de las matemáticas de los individuos, situación que en un mundo globalizado limita las oportunidades de los estudiantes para acceder a becas, a educación superior, a universidades prestigiosas, a un empleo o a un reconocimiento en el ámbito regional e internacional. En este sentido, Scheleicher (2013), subdirector de la Organización para la Cooperación y el

Desarrollo Económico —OCDE—, afirmó que los “escolares colombianos carecen de algunos procesos cognitivos fundamentales tales como ser creativos, pensar en forma crítica, hacer juicios, resolver problemas, comunicarse, colaborar conectarse y competir [...] aprender esto es mucho más importante que llenarse de conocimientos específicos”. Además, afirmó que “a medida que Colombia se incorpore a la economía global, su éxito educativo se medirá por un progreso de los estándares nacionales que permita que el desempeño de los niños colombianos iguale al de sus pares de todo el mundo” (OCDE, 2016, 467). Los desafíos de mostrar mejor calidad académica y mejores desempeños de los estudiantes se ratificaron en mayo de 2018 con la aceptación de Colombia como el país miembro número 37 de la OCDE.

En este sentido, el Programa Internacional de Evaluación para los Estudiantes (PISA, en adelante, por su sigla en inglés), coordinado por la OCDE, y las pruebas nacionales del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación (ICFES) muestran deficientes resultados en la formación matemática de los estudiantes colombianos. De esta manera, la falta de desarrollo de procesos cognitivos en la formación básica y media de Colombia se refleja en la desventaja que significa el aumento de cinco años de escolaridad, comparada con Shanghái (China), por ejemplo.

De igual manera, el ICFES (2015) realiza las pruebas Saber a nivel nacional cada año para los grados 3°, 5°, 9° y 11°. Los siguientes puntajes corresponden a los estudiantes del departamento de Cundinamarca en el área matemáticas para el grado noveno: fue de 294 puntos en promedio en el año 2009, de 306 puntos para el 2012, de 304 en el año 2013, de 306 puntos en el año 2014 y de 303 puntos en promedio en el 2015. A propósito de lo anterior, la guía de interpretación de los resultados para estos grados dice que el rango insuficiente se ubica entre 100 y 264 puntos, el mínimo está entre 265 y 330 puntos, el satisfactorio entre 331 y 396 puntos, y el avanzado entre 397 y 500 puntos. Los grados 3°, 5° y 9° se ubicaron en un nivel mínimo. Esto sugiere que el estudiante promedio situado en dicho nivel utiliza operaciones básicas para solucionar situaciones problema, identifica información relacionada con la medición, hace recubrimientos y descomposiciones de figuras planas, y organiza y clasifica información estadística (ICFES, 2015). Para grado 11°, el puntaje promedio en los últimos cuatro años es de 45 a 67 y los rangos de análisis son: bajo, entre 0 y 30; medio, entre 30 y 70, y alto, 70 o más. Los estudiantes de Cundinamarca estuvieron en nivel medio que coincide también con el resultado nacional.

## MARCO CONCEPTUAL

La estructura que despliega las bases teóricas de esta investigación parte de las variables de estudio, los procesos cognitivos y el aprendizaje de las matemáticas. En cada una de ellas, se estudian las dimensiones que le comprenden y la relación que hay en variables y dimensiones. De igual forma, para la mediación del aprendizaje de las matemáticas y los procesos cognitivos, se vale de la estrategia unidades didácticas.

### **Aprendizaje de las matemáticas**

El estudio *Aprendizaje en matemáticas* (Flores, 2003) señala que se han presentado dos enfoques principales de aprendizaje. El primero es un enfoque conductual: el aprendizaje como cambio de conducta. El segundo es un enfoque con una base cognitiva, que considera que aprender es alterar las estructuras mentales.

El aprendizaje con enfoque conductual es llamado aprendizaje asociacionista (Flores, 2003). Una de las teorías asociacionistas más significativas en relación con el aprendizaje de las

matemáticas es la de Gagné, De la Orden Hoz y Soler (1987). Los autores intentan presentar jerarquías de aprendizaje. Tratan de organizar un tema de acuerdo con la dificultad de las tareas; por ejemplo, el tema de la división va aumentando las cifras del divisor. Gagné et al. (1987) llaman secuencia de instrucción a una serie de capacidades o destrezas ligadas a la capacidad superior que se quiere lograr. Esta cadena comienza con prerrequisitos y continúa delimitando los conceptos y las destrezas que se van a ejercitar. Insisten en habilidades de cálculo y dividen estas habilidades en pequeños pasos para que, mediante el aprendizaje de destrezas o habilidades simples, se llegue a aprender secuencias de destrezas más complejas.

En cambio, en el aprendizaje con enfoque cognitivo (Flores, 2003), aprender es agregar las características de los nuevos conceptos aprendidos en sus estructuras mentales anteriores (conocimientos previos), al crear una nueva estructura que encaje estas propiedades, o sea, que vuelva a estar en equilibrio, pero que contenga las nuevas propiedades y conceptos. Dentro los teóricos estructuralistas, Flores (2003) destaca a Brunner y Ausubel. Brunner hace énfasis en que el aprendizaje debe ser significativo para el que aprende y para poder llevar a cabo un aprendizaje significativo. Ausubel propone la enseñanza por descubrimiento.

#### *Dimensiones que dan cuenta del aprendizaje de la matemática*

En la presente investigación, se toma como referencia a las competencias del estudio PISA (Rico, 2007) para establecer las dimensiones que dan cuenta del aprendizaje de las matemáticas. Estas dimensiones, que dan muestra si los estudiantes son competentes en las matemáticas, son el contenido matemático, los procesos matemáticos y los contextos.

#### **Procesos cognitivos**

El término cognición es descrito por Navarro (2008) como lo que entraña procesos de adquisición, transformación, organización, retención, recuperación y uso de la información. Un estudiante en su proceso de aprendizaje puede extraer información del entorno, procesarla, asociarla y usarla para un nuevo conocimiento. Así pues, se entiende como proceso: una serie de operaciones mediante las cuales una cosa se transforma en otra (Navarro, 2008). Por ejemplo, si un estudiante observa el lanzamiento de un balón de basquetbol, puede procesar esta información visual al realizar una descripción del movimiento como una línea curva. Los procesos cognitivos que realiza una persona le dan significado a un nuevo conocimiento.

#### *Dimensiones que dan cuenta de los procesos cognitivos*

En la actual investigación, se toman como referencia los procesos cognitivos y aprendizaje significativo (Navarro, 2008) para establecer las dimensiones que dan cuenta de los procesos cognitivos. Estas dimensiones son: la atención, percepción y adquisición, memoria y decisión, las cuales dan muestra si los estudiantes son competentes en las matemáticas.

## METODOLOGÍA

Esta investigación sigue un diseño cuantitativo cuasi experimental de tipo transaccional descriptivo que, de acuerdo con Hernández-Mosqueda, Tobón-Tobón y Vázquez-Antonio (2014), consiste en un estudio que no se tiene garantizada la equivalencia inicial porque no hay asignación

aleatoria ni emparejamiento. Los grupos están formados antes del experimento: son grupos intactos.

Esta investigación se realizó en tres momentos para probar la existencia de una relación causal entre las variables de procesos cognitivos y aprendizaje de las matemáticas medidas por la unidad didáctica de razones trigonométricas.

### **Primer momento**

Se aplicó el instrumento de cuestionario del aprendizaje de las matemáticas y los procesos cognitivos a los 299 estudiantes de la población, sin que ellos repasaran este tipo de preguntas ni tampoco los contenidos necesarios para su solución. Se realizó de esta manera para que las regularidades y datos hallados fueran más cercanos a la realidad estudiantil. Además, el instrumento se aplicó en un solo momento a cada estudiante.

### **Segundo momento**

Por tratarse de una investigación cuasi experimental, fue necesario un muestreo probabilístico aleatorio simple, de tal forma que de los 299 estudiantes de la población se tomó como grupo experimental el grado 1002 décimo, con 33 estudiantes, al que se realizó la implementación de la unidad didáctica siguiendo el diseño propuesto. El grupo control fue el grado 1001, con la misma cantidad de estudiantes.

En el grupo experimental, el aprendizaje del tema se daba con el desarrollo de las cinco tareas de la unidad didáctica de razones trigonométricas. Este grupo (grado 1002) fue expuesto a una situación de control en la cual se manipularon, de manera intencional, una o más variables independientes —causas— para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes —efecto— (Hernández et al., 2014). El aprendizaje del tema razones trigonométricas en este grupo siguió el diseño metodológico de la unidad didáctica *Razones trigonométricas vistas a través de múltiples lentes* (Mora, Nieto, Polanía, Romero y González, 2014), en el marco de una metodología estructuralista (Flores, 2003).

El grupo control (grado 1001) corresponde al “grupo de participantes que no son sometidos a la situación experimental y cuyos resultados sirven como base de comparación para evaluar los resultados del grupo experimental” (Hernández et al, 2014). En este grupo, se aplicó la metodología tradicional conductista (Flores, 2003) para la enseñanza del tema razones trigonométricas.

### **Tercer momento**

Se aplicó la evaluación final del tema razones trigonométricas a los dos grupos de grado décimo, al grupo experimental (1002) y al grupo control o grupo testigo (1001), pertenecientes a la población tomada para la investigación. A través de una revisión de los resultados del cuestionario, de las tareas de la unidad didáctica y de la evaluación final, se elaboraron las descripciones de las regularidades y de datos relevantes hallados. Se analizó la presencia de las relaciones establecidas hipotéticamente entre el desarrollo de procesos cognitivos y el aprendizaje de la matemática, mediados por las unidades didácticas.

## **RESULTADOS**

El cuestionario de aprendizaje de la matemática y procesos cognitivos aplicado como línea de base evidenció que el 48% de los estudiantes de la muestra, es de decir 143 estudiantes de 299, puso de

manifiesto los procesos cognitivos como la atención, la percepción y la memoria. El cuestionario también les implicaba hacer uso de contenidos matemáticos, seguir procesos matemáticos y analizar los contextos de la situación planteada. Con los resultados del primer cuestionario aplicado, se reconoce que el desempeño de la mayoría de los estudiantes de la Institución Educativa Pompilio Martínez del municipio de Cajicá, Colombia, es bajo con respecto a los procesos cognitivos que intervienen en el aprendizaje de las matemáticas.

En vista de los resultados obtenidos en el cuestionario, se tomó la decisión de buscar una planeación pedagógica para implementar y probar si producía mejores resultados en el aprendizaje de las matemáticas y en el desarrollo de procesos cognitivos. Para cumplir con esta expectativa, se tomó la planeación unidades didácticas, e implementar la unidad didáctica *Razones trigonométricas vistas a través de múltiples lentes* (Mora et al., 2014).

Así pues, la implementación de la unidad didáctica siguió el diseño propuesto. El grupo experimental desarrolló cada una de las tareas, en contextos personales, ocupacionales, sociales y científicos. Este grupo hizo uso de conocimiento y de la comprensión matemática (ICFES, 2015). En el desarrollo de las actividades, se observó que el estudiante pone en juego cada dada una de las dimensiones de los procesos cognitivos (atención, percepción y memoria), junto con las del aprendizaje de las matemáticas (el contenido matemático, los procesos matemáticos y los contextos). El desarrollo de las tareas de la unidad didáctica alcanzó las expectativas de aprendizaje del tema en un 75% que, de acuerdo con el nivel de alcance, se ubicó en un nivel avanzado.

En consecuencia, de los resultados se determina que el aporte de la unidad didáctica de razones trigonométricas, como planeación pedagógica para mediar el aprendizaje de la matemática en los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Pompilio Martínez en el municipio de Cajicá, Colombia, fue significativa porque alcanzó un nivel avanzado en el aprendizaje del tema.

La aplicación de la evaluación final de razones trigonométricas arrojó los siguientes resultados: los estudiantes del grupo control que respondieron de forma acertada el cuestionario de evaluación final corresponden al 49%, mientras que el porcentaje de estudiantes del grupo experimental que respondió la evaluación de manera acertada equivale al 74%.

El cuestionario aprendizaje de las matemáticas y procesos cognitivos y el cuestionario de la evaluación final del grupo control tienen resultados muy similares en el grupo de control —48% en el primer cuestionario y 49% en el segundo—. En cambio, si comparamos los resultados de estos dos instrumentos en el grupo experimental, se observa un aumento en el resultado del segundo cuestionario (74%), resultado significativo en el aprendizaje del tema.

## CONCLUSIONES

Con este estudio, se puede identificar el nivel de desempeño de los estudiantes de la Institución Educativa Pompilio Martínez de grado décimo en el municipio de Cajicá, Colombia, frente al aprendizaje de las matemáticas cuando se utiliza un enfoque de aprendizaje conductual y cuando el enfoque de aprendizaje es estructural. En este caso, se compararon los tipos de aprendizaje con el tema de razones trigonométricas.

De los resultados se puede inferir que, al realizar el aprendizaje de cualquier tema con un enfoque conductual, los resultados de aprendizaje son bajos, menores al 50%. Mientras que, si el aprendizaje se realiza con un enfoque estructural, el aprendizaje de las matemáticas muestra resultados significativos mayores al 70%.

Los resultados de la investigación confirman que existe relación significativa entre los procesos cognitivos y el aprendizaje de la matemática en los estudiantes de la Institución Educativa Pompilio Martínez de Cajicá, Colombia. Además, coincide con los resultados de otras investigaciones similares —por ejemplo, *Una Visión de la Teoría del Desarrollo Cognitivo Desde la Educación* (Segura, 2000)—.

## REFERENCIAS

- Fandiño, M. (2010). *Múltiples aspectos del aprendizaje de la matemática*. Bogotá: Magisterio.
- Flores, P. (2003). *Aprendizaje en matemáticas*. Recuperado de: <http://www.ugr.es/~pflores/textos/cLASES/CAP/APRENDI.pdf>
- Gagné, R. M., De la Orden Hoz, A. y Soler, A. G. (1987). *Las condiciones del aprendizaje*. Departamento de Didáctica de las Ciencias. Madrid: IEPS.
- Hernández-Mosqueda, J. S., Tobón-Tobón, S. y Vázquez-Antonio, J. M. (2014). Estudio conceptual de la docencia socioformativa. *Ra Ximhai*, 10(5), 89-101.
- ICFES (2015, octubre). *Guía para la lectura e interpretación de los reportes de resultados institucionales*. Recuperado de <http://www.icfes.gov.co/.../57guia-para-la-lectura-e-interpretacion-de-los-repo>.
- Mora, M. F., Nieto, E. X., Polanía, D. L., Romero, M. L. y González, M. J. (2014). Razones trigonométricas vistas a través de múltiples lentes. En Gómez, Pedro (Ed.), *Diseño, implementación y evaluación de unidades didácticas matemáticas en MAD 1* (pp. 275-358). Bogotá: Universidad de los Andes.
- OCDE (2016). La naturaleza del aprendizaje: Usando la investigación para inspirar la práctica. *Entornos*, 29(2), 467-468.
- Rico, L. (2007). *La competencia matemática en PISA*. *PNA*, 1(2), 47-66. Recuperado de <http://funes.uniandes.edu.co/529>
- Rivas Navarro, M. (2008). *Procesos cognitivos y aprendizaje significativo*. Comunidad de Madrid. Madrid: Consejería de Educación. Viceconsejería de Organización Educativa.
- Schleicher, A. (2013, Diciembre). Afrontar el bajo rendimiento educativo. *El País*. Recuperado de [https://elpais.com/elpais/2013/12/03/opinion/1386103395\\_659692.html](https://elpais.com/elpais/2013/12/03/opinion/1386103395_659692.html).
- Segura, D. y Romero, J. (2000). Las matemáticas en el aula: posibilidades de construcción significativa. *Revista Planeamientos Educación*, 63-78.