

LOS ESTUDIANTES CON SÍNDROME DE DOWN TAMBIÉN DEFINEN EN LA CLASE DE GEOMETRÍA

Oscar Hoyos, Tania Plazas

Universidad Pedagógica Nacional

odhoyosg@upn.edu.co, tplazas@pedagogica.edu.co

Presentamos los avances de un trabajo investigativo en el marco de la Maestría en Docencia de las Matemáticas de la Universidad Pedagógica Nacional. Mostramos el primer análisis de un diálogo entre el entrevistador y un estudiante con síndrome de Down, cuando este resuelve una tarea que promueve el proceso de definir. Pretendemos identificar el tipo de relación entre la imagen conceptual y el significado del concepto que posee este estudiante en torno a los cuadriláteros. Utilizamos la entrevista basada en tareas como estrategia investigativa para tener un diálogo con el estudiante mientras resuelve la tarea. Exponemos las reflexiones y acciones investigativas a seguir, las cuales se derivan de esta primera mirada a la información recolectada hasta el momento.

INTRODUCCIÓN

Las investigaciones relacionadas con el desarrollo de procesos de la actividad matemática, con población en condición de discapacidad cognitiva son escasas. Por ejemplo, los autores Bruno y Noda (2010) y Sinclair y Yerushlami (2016) afirman que los estudios relacionados con los procesos de la actividad matemática con dicha población se han dedicado a estudiar la forma en que los participantes realizan operaciones aritméticas. Hassan, Fernandes y Healy (2014), se enfocan en la conceptualización de expresiones algebraicas de estudiantes sordos; Ma et al. (2014), indagan por los efectos de un sistema tutorial para la resolución de problemas en estudiantes con discapacidad cognitiva; Quintero y Rojas (2008), realizaron un experimento de enseñanza sobre la clasificación de triángulos a estudiantes con síndrome de Down; y Acevedo (2010) realizó una investigación sobre la influencia del videojuego Tetris, para desarrollar procesos de visualización de estudiantes con dificultades cognitivas.

Hoyos, O. y Plazas, T. (2019). Los estudiantes con síndrome de Down también definen en la clase de geometría. En C. Samper y L. Camargo (Eds.), *Encuentro de Geometría y sus Aplicaciones*, 24 (pp. 187-195). Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Por otro lado, la ley colombiana exige que todos los colegios del país a partir del año 2019 garanticen la igualdad de condiciones, para que cualquier persona pueda aprender. Este hecho da pertinencia a la investigación, dado que en el contexto donde se desarrolla la misma, los estudiantes que tienen algún tipo de discapacidad cognitiva son apartados de las clases con tecnología digital de sus otros compañeros que no tienen discapacidad.

En esta ponencia exponemos adelantos de nuestro trabajo investigativo, el cual se preocupa por el proceso de definir que realizan los estudiantes con síndrome de Down, en una institución educativa de Bogotá.

REFERENTES TEÓRICOS

Síndrome de Down y aprendizaje

El síndrome de Down es un trastorno genético que genera una trisomía en el cromosoma 21. Esta característica afecta directamente las capacidades cognitivas de quien padece el síndrome, según lo menciona Basile (2008). En general, las personas con esta discapacidad procesan y organizan la información de forma más lenta que las personas neurotípicas. Esto es un claro indicio de que las personas con síndrome de Down tienen una discapacidad cognitiva que puede ser clasificada en leve, moderada, grave, profunda y no especificada. Como lo indican Bruno y Noda (2010), las personas con síndrome de Down tienen dificultades con la memoria secuencial para retener varias instrucciones en un orden específico, la cual es fundamental en el desarrollo del pensamiento matemático. Sin embargo, esto no es un impedimento para que los estudiantes con dicho síndrome puedan aprender matemáticas. Los autores Bower y Hayes (1994), Buckley (1985), Marcell y Weeks (1988), (citados en Noda y Bruno, 2010) manifiestan que estos estudiantes aprenden más fácilmente presentándoles la información de distintas formas, es decir, utilizando recursos visuales, auditivos y sensoriales. Esta característica puede ser aprovechada para el desarrollo de los procesos cognitivos propios de la actividad matemática.

Proceso de definir

Según de Villiers (1994) la definición en matemáticas se concibe como un proceso en el que se establecen relaciones entre las propiedades de un objeto geométrico, que van más allá de escribir

en una cadena de proposiciones las características de dicho objeto. Como lo señalan Aya y Echeverry (2009), estas relaciones se constituyen según el contenido teórico de la definición. Lo anterior no restringe que personas con síndrome de Down puedan construir sus propias definiciones acerca de un objeto matemático. La diferencia está en que este proceso se potencia según los alcances cognitivos de quien realice la definición.

Una definición, según lo que menciona Calvo (2001), es un enunciado verbal, concreto y consistente, el cual resalta las características más relevantes de un objeto geométrico, sin caer en contradicciones lógicas. El papel de las definiciones en geometría no se limita solo a clasificar los objetos que componen este campo (Vinner, 1991). Este permite la elaboración de proposiciones que generen relaciones entre propiedades del mismo objeto o familia de objetos. Por lo tanto, una definición matemática se caracteriza porque presenta los atributos relevantes de un objeto matemático y este está representado, como lo menciona Duval (1993), por un sistema semiótico.

Como lo plantean Tall y Vinner (1981), para entender cómo se relacionan el sistema semiótico y las proposiciones, primero se debe conocer la estructura cognitiva presente en los sujetos. Dicha estructura cognitiva se divide en dos celdas, las cuales llamamos *significado del concepto* e *imagen conceptual*. Como lo mencionan Tall y Vinner (1981), la primera de estas celdas constituye una proposición verbal evocada mentalmente por el sujeto, que puede ser un significado construido de forma personal o la definición formal aceptada por la comunidad matemática. La segunda celda corresponde a las diferentes representaciones no-verbales o imágenes relacionadas con el concepto; también puede ser personal o la representación visual del objeto matemático en una comunidad.

Por lo anterior, el grado de relación entre estas celdas muestra cómo el sujeto construye su definición y los alcances de esta, es decir, como puede relacionarse con otros objetos matemáticos (de Villiers, 1998). Estos alcances están fuertemente influenciados por la imagen conceptual dado que con ayuda de esta se puede “observar” de otra manera lo que el significado del concepto indica. Por ejemplo, una definición puede descartar al rombo como paralelogramo porque se considera que todos los ángulos del paralelogramo deben ser congruentes. Según lo mencionan Tall y Vinner (1981), para construir definiciones bien elaboradas, el significado del concepto debe acudir obligatoriamente a la imagen conceptual, ya que el proceso de definir debe darse a partir de la correlación entre las dos celdas.

Cuando un sujeto está envuelto en la resolución de una tarea, la información ingresa de forma verbal (significado del concepto) o no verbal (imagen conceptual); esto activa las celdas cognitivas, las cuales se pueden relacionar de las siguientes maneras (Tall y Vinner, 1981):

- **Interrelación de las celdas:** sin importar si la información ingresa de forma verbal o no-verbal, está activa inmediatamente la celda estimulada. Durante la resolución de la tarea, el sujeto es capaz de transformar la información entre las dos celdas por medio de sistemas semióticos y de símbolos. Sus respuestas a la tarea acuden a las dos celdas y son de tipo deductivo.
- **Deducción siguiendo un pensamiento intuitivo:** Al ingresar la información, el sujeto activa su imagen conceptual del objeto en cuestión. Logra activar la otra celda, pero su respuesta está influenciada por lo empírico debido a la representación del objeto.
- **Deducción formal:** La información ingresa y activa únicamente la celda de significado del concepto. Durante la resolución de la tarea solo acude a información verbal que permita dar respuestas de esta misma manera. No hay indicios de activación de la celda de imagen conceptual.
- **Respuesta intuitiva:** Cuando la información ingresa se activa la celda de imagen conceptual. Como su nombre lo indica, sus respuestas son a partir de lo observable sin realizar un razonamiento o análisis de la información suministrada. No hay indicios de que se active la otra celda cognitiva. Por lo general, las respuestas a las tareas ocurren casi de inmediato.

Estas relaciones descritas anteriormente guiaron el desarrollo de la estrategia investigativa, puesto que, como se verá más adelante, se busca que las tareas intenten estimular las dos celdas cognitivas para comprender como se desarrolla el proceso de definir en el estudiante con síndrome de Down.

DISEÑO METODOLÓGICO

Nuestro trabajo investigativo adopta un enfoque fenomenológico, puesto que este se caracteriza por describir y entender los fenómenos desde el punto de vista de cada participante. En dicho

enfoque dirigimos el estudio hacia una aproximación interpretativa de las acciones y expresiones de los estudiantes, las cuales son utilizadas para comunicar ideas que les permita construir una definición sobre los objetos geométricos. La estrategia investigativa que más se ajusta al enfoque y a la aproximación investigativa es la entrevista basada en tareas. Como lo afirma Goldin (2000), esta consiste en realizar una indagación exhaustiva sobre los sucesos ocurridos cuando un grupo pequeño de estudiantes resuelve una tarea. Dicha estrategia obliga al investigador a sostener un diálogo con los participantes para interpretar lo que piensan al resolver cada tarea.

El análisis que se presenta a continuación está basado en lo que realiza el estudiante Juan Miguel, quien tiene 16 años y está diagnosticado con síndrome de Down, con clasificación de discapacidad cognitiva moderada. Su aprendizaje ha sido orientado a replicar procesos y procedimientos en todas las áreas; nunca se ha involucrado en procesos más allá de la reproducibilidad de una acción. Ha participado en clases de geometría dentro de la institución, pero su acercamiento a la tecnología digital ha sido escaso, a diferencia de sus otros compañeros que no presentan alguna discapacidad cognitiva. Decidimos abordar la clasificación de cuadriláteros como objeto matemático de estudio, puesto que fue una temática del curso inmediatamente anterior al que está actualmente.

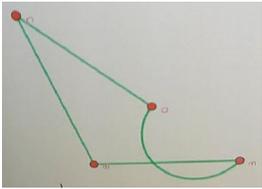
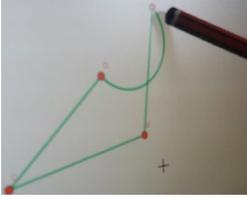
Tareas propuestas

Con el fin de atender a todas las maneras sugeridas por Noda y Bruno (2010), para la presentación de la información a los estudiantes con síndrome de Down, propusimos cuatro tareas. Dos tareas están diseñadas para ser resueltas con tecnología digital y dos sin tecnología digital. Para la primera tarea con tecnología digital diseñamos un aplicativo en GeoGebra, que tiene como propósito que los participantes identifiquen las partes constitutivas de un cuadrilátero. Dicho aplicativo está diseñado de tal manera que al oprimir un botón llamado “nuevo” se generan, de manera aleatoria, ejemplos y no ejemplos de cuadriláteros. Con ayuda de dicho aplicativo se escogen tres figuras al azar, y se le solicita al estudiante que indique si dichas figuras son o no cuadriláteros. A continuación, mostramos una primera mirada analítica a un fragmento del diálogo entre el entrevistador y Juan Miguel, mientras él intenta describir si una figura es un cuadrilátero.

Primera mirada analítica

Dado que no escogimos una herramienta analítica preestablecida para hacer el análisis, realizamos una primera revisión al fragmento, con el propósito de identificar aquellos indicadores que muestren la activación de las celdas cognitivas y su posterior relación (Tall y Vinner, 1981).

1.	Entrevistador:	Mira esta figura, ¿es cuadrilátero? (Figura 1).
2.	Miguel:	No, no es.
3.	Entrevistador:	Dime, ¿por qué lo dices?
4.	Miguel:	(Señala la pantalla) Ese es un círculo.
5.	Entrevistador:	¿Qué es lo que quieres decir con eso?
6.	Miguel:	Tiene una parte de círculo.
7.	Entrevistador:	Muéstrame.
8.	Miguel:	Ese. (Señala la curva).
9.	Entrevistador:	¿Qué forma tiene “ese”?
10.	Miguel:	Círculo.
11.	Entrevistador:	¿Por qué piensas que es un círculo?
12.	Miguel:	(...) Aquí. (Recorre su dedo sobre la curva; figura 2)

	
Figura 1. Figura obtenida aleatoriamente	Figura 2. Parte de la figura que señala Miguel

En un primer momento observamos como indicador **identificar**, puesto que Miguel reconoce los elementos que constituyen un cuadrilátero. Él señala que existe una curva en la figura que no hace parte de los cuadriláteros [2-6]. En este momento se hace visible que las dos celdas cognitivas se activan, puesto que Miguel genera una respuesta sobre su significado del concepto cuadrilátero. Sin embargo, esta respuesta está directamente influenciada por la representación

gráfica en pantalla; esto se evidencia cuando Miguel indica cual parte no corresponde a la forma de un cuadrilátero [10 y 12]. Además de lo anterior, también se reconoce el indicador de **diferenciar**, ya que visualmente discrimina partes que no son constitutivas de un cuadrilátero [12]. En este sentido, interpretamos que en las respuestas que comunica Miguel, se relacionan sus celdas cognitivas para desarrollar el proceso de definir, mediante una deducción a partir del pensamiento intuitivo. Esto es evidente porque durante la entrevista, sus respuestas acuden a lo observable en todo momento [4, 6, 8, 10 y 12].

REFLEXIONES

Los indicadores establecidos en la revisión preliminar del diálogo presentado en el documento muestran que para poder realizar el análisis e identificar que ocurre cuando hay activación de las celdas cognitivas de los estudiantes con síndrome de Down, debemos ampliar nuestro marco de referencia. Por esta razón, decidimos buscar en la literatura más elementos que se puedan relacionar con dichas celdas cognitivas, y así construir una herramienta analítica para el análisis de la información que capturemos posteriormente. Además, observamos que los no-ejemplos potencian el proceso ya mencionado y, por lo tanto, es necesario resaltar la importancia de estos.

El diálogo que mostramos en este documento surge de la tercera versión del diseño original de la tarea. Los cambios que se han realizado se deben a situaciones no contempladas en el diseño. Por ejemplo, vimos la necesidad de aumentar el grosor de los objetos en pantalla, aumentar el tamaño de letra y señalar con colores distintivos los puntos, las rectas y las curvas. Todo esto, debido a problemas de visión que presenta Juan Miguel.

Esta tarea con tecnología digital permitió que Juan Miguel observara otro tipo de figuras no prototípicas que lo obligaron a activar su celda del significado del concepto. Sin el uso de la tecnología digital, este tipo de dinamismo no se puede dar y por ende no hay garantías de la activación de dicha celda. Dado lo anterior, pretendemos aplicar las tres tareas restantes y ver sus efectos en el proceso de definir, desde la misma mirada de las celdas cognitivas y las modificaciones que se hagan al marco conceptual.

REFERENCIAS

- Aya, O. y Echeverry, A. (2009). *Geometría dinámica en el proceso de definir*. (Tesis de maestría). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Acevedo, J. (2010). *Modificabilidad estructural cognitiva vs. visualización: un ejercicio de análisis del uso del tetrís en tareas de rotación y traslación*. (Tesis de maestría). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Basile, H. (2008). Retraso mental y genética. Síndrome de Down. *Revista de Argentina de Clínica Neuropsiquiátrica*, 1(15), 9-23.
- Bruno, A. y Noda, A. (2010). Necesidades educativas especiales en matemáticas. El caso de personas con síndrome de Down. *Investigación En Educación Matemática XIV*, 141-162. Lleida: SEIEM.
- Calvo, C. (2001). *Un estudio sobre el papel de las definiciones y las demostraciones en cursos preuniversitarios de cálculo diferencial e integral*. (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales.
- De Villiers, M. (1994). The role and functions of a hierarchical classification of quadrilaterals. *For the learning of Mathematics*, 1(14), 11-18.
- Duval (1993). Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de Didactique et de Science Cognitives*, 5, 37-65.
- Goldin, G. (2000). A scientific perspective on structured, task-based interviews in mathematics education research. En, A. Kelly y R. Lesh (eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 517-545). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Hassan, S., Fernandes, S. H. A. A. y Healy, L. (2014). Algebraic expressions of deaf students: Connecting visuo-gestural. *Proceeding of PME 38 and PME-NA 36*, 3, 49-56.
- Quintero, A. y Rojas, T. (2008). *Introducción del concepto de triángulo a niños con síndrome de down*. (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

- Sinclair, N. y Yerushalmy, M. (2016). Digital technology in mathematics teaching and learning: A decade focused on theorizing and teaching. In A. Gutiérrez, G. C. Leder, y P. Boero (eds.), *The second handbook of research on the psychology of mathematics education* (pp. 235-274). Rotterdam: Sense Publishers.
- Ma, X., Xin, Y. P., Tzur, R., Si, L., Yang, X., Park, J. Y., Liu, J., y Ding, R. (2014). The effect of an intelligent tutor on math problem-solving of students with learning disabilities. *Proceeding of PME 38 and PME-NA 36, 4*, 145-152.
- Noda, A. y Bruno, A. (2010). Operaciones básicas en alumnos con síndrome de Down. *PNA*, 4(4), 143-159.
- Tall D., y Vinner S. (1981) Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematic*, 12, 151-169.
- Vinner, S. (1991) The role of definitions in the teaching and learning. *Advanced Mathematical Thinking*, 5, 65-81.