

## PROCESOS COGNITIVOS Y PENSAMIENTO GEOMÉTRICO EN NIÑOS CIEGOS. ACTIVIDADES EXPLORATORIAS SOBRE LA NOCIÓN DE PERÍMETRO DE FIGURAS PLANAS

### COGNITIVE PROCESSES AND GEOMETRIC THINKING IN BLIND CHILDREN; EXPLORATORY ACTIVITIES ABOUT THE NOTION OF PERIMETER OF PLANE SHAPES

Karen Ivón Avilés Canché, María Guadalupe Ordaz Arjona, Jorge Alberto Ríos Martínez  
Universidad Autónoma de Yucatán (México)  
karen.avilescanche@gmail.com, oarjona@correo.uady.mx, jorge.rios@correo.uady.mx

#### Resumen

A pesar de que la educación de niños con necesidades especiales es tema de investigaciones en matemática educativa en México, muy poco se ha estudiado sobre el aprendizaje matemático de niños ciegos. Por ello, esta investigación de corte cualitativo tuvo por objetivo identificar los procesos cognitivos asociados al Pensamiento Geométrico (PG) en dos niños ciegos, en torno a la noción de perímetro de figuras planas, considerando la caracterización del PG asociado al saber matemático de estudio y el empleo de tecnología computacional para propiciar la motivación y adquisición de conocimiento geométrico. Entre los resultados obtenidos destacan las características del PG y los procesos cognitivos identificados en los participantes del estudio, así como el impacto de la tecnología computacional en dichos resultados.

**Palabras clave:** procesos cognitivos, pensamiento geométrico, discapacidad visual, tecnología computacional

#### Abstract

Although the education of children with special needs is a subject of researches in educational mathematics in Mexico, few studies have approached the mathematical learning of blind children. Therefore, this qualitative research aimed to identify the cognitive processes associated with geometric thinking (GT) in two blind children, around the notion of the perimeter of plane shapes, considering the characterization of the GT associated with the mathematical knowledge of study and the use of computer technology to promote motivation and acquisition of geometric knowledge. The research results highlight the characteristics of the geometric thinking and the cognitive processes identified in the participants of the study, as well as the impact of the computer technology on such results.

**Key words:** cognitive processes, geometric thinking, visual impairment, computational technology

## ■ Introducción

La atención educativa de las personas con discapacidad visual no es reciente en México ni en el mundo. Según Hernández (2011), surge antes del siglo XVIII al crearse la primera escuela para ciegos en Francia, y a partir de ello, se ha logrado avanzar en su incorporación a las instituciones educativas como muestra de un avance inclusivo; el cual se refleja en el nuevo Modelo Educativo para la Educación Obligatoria (Secretaría de Educación Pública, 2017), que obedece a la lógica de la equidad para lograr que todos los estudiantes adquirieran los conocimientos, habilidades, actitudes y valores necesarios para integrarse y participar activamente como miembros de la sociedad. De manera que los niños ciegos tienen derecho a una educación de calidad donde sea posible la construcción de diferentes conocimientos, incluido el conocimiento matemático. En ese sentido, estudios (e.g. Gutiérrez y Guataquira, 2017; Sánchez y Badilla, 2011) reportan que el empleo de material didáctico y particularmente el uso de nuevas tecnologías para la construcción de conocimiento matemático en niños ciegos, contribuye y potencializa no solo la enseñanza sino también el aprendizaje de la matemática, ya que promueve ambientes de aprendizaje accesibles para el desarrollo académico idóneo de todos los estudiantes, incluidas las personas con discapacidad visual total.

No obstante, investigaciones (e.g. Ortin, 1999; Aranda, 2002 citados en Baquero y Beltrán, 2014) mencionan que la asignatura matemática con mayor dificultad para los estudiantes con problemas de visión es la geometría, puesto que conceptos como perímetro de figuras planas se construyen a partir de la posibilidad de actuar en el espacio, manejar figuras en el plano, efectuar desplazamientos, realizar mediciones, entre otras estrategias. Por lo tanto, aunque existen investigaciones que señalan la importancia de una educación matemática en personas con discapacidad visual, aún es poca la documentación que se reporta sobre aprendizaje geométrico en niños ciegos. Motivo por el cual los procesos cognitivos adquieren un papel fundamental, ya que forman parte del camino que llevará al individuo al desarrollo de un PG.

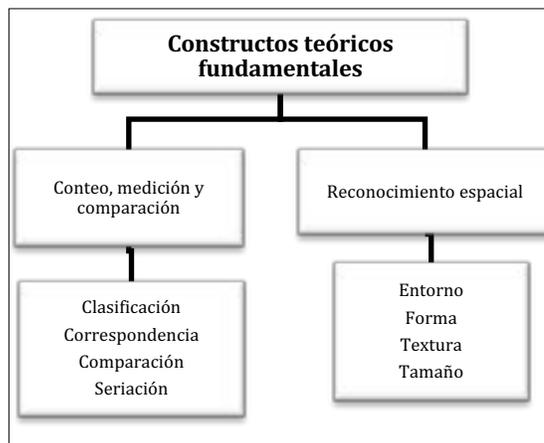
En consecuencia, existe escasa documentación sobre aprendizaje matemático en niños ciegos pues, aunque hay materiales didácticos adaptados para esta población, no se establecen elementos metodológicos que fundamenten su uso en la enseñanza-aprendizaje de la geometría, de modo que contribuya al desarrollo de un PG. Es por ello que el objetivo de la investigación fue identificar los procesos cognitivos asociados al PG en niños ciegos del nivel educativo básico primaria, mediante actividades exploratorias relativas al perímetro de figuras planas como saber matemático de estudio.

## ■ Fundamento teórico

La investigación sigue una perspectiva teórica que se direcciona en los tres ejes rectores que propone Ojeda (2006 citado en Mojica, 2013) para la educación especial, los cuales pretenden evidenciar las capacidades que una persona con alguna limitación puede desarrollar en ausencia de otras, dichos ejes son, epistemológico, cognitivo y social.

El *eje epistemológico* se orienta por el conocimiento sobre el concepto geométrico perímetro de figuras planas y las nociones fundamentales para su desarrollo, las cuales proponen Aldana-Bermúdez y López-Mesa (2016) y se presentan en la Figura 1. Lo anterior debido a la importancia que se otorga al estudio y comprensión de este concepto en la educación básica primaria (Secretaría de Educación Pública, 2017). El *eje cognitivo* se orienta por el conocimiento sobre los procesos cognitivos y el PG y sus características, de acuerdo con la clasificación del nivel de PG de Garrido y Leyva (2008) para la educación básica. Asimismo, se incorporan elementos sobre la discapacidad visual y los esquemas compensatorios (Vygotsky, 1997 citado en Mojica, 2013) particularmente interesados en aspectos cognitivos específicos del sujeto en la apropiación del concepto perímetro de figuras planas. El *eje social* considera al individuo en interacción con su medio y el conocimiento geométrico, pues contempla la idea de que los estudiantes ciegos pueden acceder a los mismos conocimientos que otros estudiantes, solo que es necesario encontrar los caminos adecuados a sus necesidades particulares (Mojica, 2013). Adicionalmente, se

incorporan elementos didácticos como el uso de la tecnología computacional por permitir al estudiante nuevas experiencias matemáticas, particularmente geométricas, a partir del uso de la voz humana y la voz generada por computadora como medios para adaptar las actividades a las necesidades particulares.



*Figura 1.* Constructos teóricos para el desarrollo de la noción de perímetro. Adaptado de Aldana-Bermúdez y López-Mesa (2016).

## ■ Metodología

Se considera al método cualitativo como el más adecuado para organizar, reportar información del estudio y evidenciar los procesos cognitivos que los niños ciegos utilizan como una forma de compensación. En ese sentido, se considera un estudio de casos, por tratarse de un método de investigación que busca comprender en profundidad la realidad social de estudiantes ciegos del nivel básico primaria. Los participantes del estudio fueron dos niños ciegos de 8 y 9 años que cursan el primer ciclo del nivel primaria (2° y 3°, respectivamente) en el CAM “Luis Braille” ubicado en Mérida, Yucatán, México. La investigación constó de seis etapas: revisión documental, observación participante y no participante, selección del marco de referencia, diseño de las actividades exploratorias, puesta en escena de las actividades exploratorias y análisis de los resultados obtenidos. Con la cuarta etapa se logró diseñar tres actividades exploratorias, las dos primeras tuvieron por objetivo verificar si los estudiantes realizan la estimación y medición de longitudes, por lo que se emplearon herramientas de medición no convencionales (como la mano y una vara de madera) y convencionales (como la regla); así como el reconocimiento de las figuras geométricas básicas (triángulo, cuadrado, rectángulo y círculo) por medio de unas fichas geométricas como material didáctico. En la tercera actividad se tuvo por objetivo permitir la construcción de argumentos geométricos que brinden una interpretación de la definición del perímetro de figuras planas mediante un contexto que pretende involucrar al estudiante en la construcción de su propio conocimiento; considerando la caracterización del PG y las implicaciones cognitivas que se asocian a su aprendizaje.

Se consideraron como instrumentos para la recolección de datos la videograbación, digitalización y transcripción de la implementación de las actividades exploratorias, así como las actividades exploratorias por sí mismas. Las actividades se programaron en un software mediante un entorno y lenguaje de programación para dispositivos móviles Android llamado AppInventor. La aplicación resultante, QRVoice, es capaz de identificar una actividad mediante un código QR, leer automáticamente el texto de la actividad y almacenar las voces de los estudiantes para su posterior análisis. En la Figura 2 puede observarse la interfaz de dicha aplicación, cada botón aparece numerado y a continuación se describe su propósito: 1) escanea código QR de la actividad, 2) detiene la lectura automática del texto, 3) graba el audio del estudiante, 4) presenta reactivo anterior, 5) lee automáticamente el texto de la

actividad, 6) presenta el reactivo siguiente. Lo anterior debido a que el uso de tecnología computacional no solo genera un apoyo al investigador para la automatización de ciertas tareas, como el etiquetado de las evidencias, sino un apoyo valioso en el aprendizaje de niños ciegos, por facilitar su acceso a la información a través de otros canales sensoriales (como el oído y el tacto), ofrecer independencia y autonomía para acceder a la comunicación y propiciar su motivación hacia la adquisición de conocimiento geométrico.



**Figura 2.** Interfaz de la aplicación Android QRVoice, la cual lee automáticamente los textos de la actividad y permite grabar las respuestas verbales de los estudiantes.

Los criterios para analizar los datos fueron aspectos sobre el desempeño de niños ciegos, como tipos de movimiento y expresiones faciales; los niveles de PG de acuerdo con Garrido y Leyva (2008), con adecuaciones sobre las características particulares de los participantes de estudio, así como las características del PG en torno al concepto perímetro de figuras planas; y los procesos cognitivos en niños ciegos identificados durante la revisión documental.

## ■ Resultados

Los resultados de la implementación de las actividades exploratorias tienen su énfasis en las características del PG identificadas en el estudiante 1 (Est.1) y el estudiante 2 (Est.2), así como los procesos cognitivos asociados a la noción de perímetro de figuras planas de los participantes del estudio. Para ejemplificar el análisis de los resultados, se muestran algunos fragmentos de las transcripciones de la puesta en escena de las actividades exploratorias.

Sobre las características del pensamiento geométrico

En primer lugar, sobre las unidades de medida lineal, los resultados sugieren que los estudiantes reconocieron que los centímetros son la unidad lineal más adecuada para expresar longitudes, en comparación con unidades de medida no convencionales como la mano y la vara de madera, dado que sus argumentaciones se basaron en la facilidad de aproximar medidas a los objetos de medición proporcionados, con el empleo de la regla. La explicación podría estar en las marcas del relieve, ya que son unidades lineales con menor longitud en comparación con la mano o la vara de madera. Adicionalmente, aprendieron a utilizar instrumentos de medición para estimar y medir longitudes (ver la Figura 3).



*Figura 3.* Empleo de los instrumentos de medición por el estudiante 1.

Otro aspecto importante es que las argumentaciones de los estudiantes para el uso de unidades de medida lineal sugieren una comprensión de su empleo en la vida real. El estudiante 1, argumenta el uso de los kilómetros como unidades de medida lineal en un contexto conocido, tal como se presenta en el siguiente fragmento:

Est.1: Por eso dicen, el hipopótamo corre 80 kilómetros por hora..... Es interesante porque el... si te das cuenta el hipopótamo está tan gordito y tan grande qué pues no quiere decir que no se puede mover, pero ¿tan rápido corre?

Su respuesta sugiere que además de evidenciar la comprensión de las nociones fundamentales para el desarrollo del saber matemático de estudio, como es el caso de las unidades de medida lineal, tiene una noción sobre otro concepto matemático, la velocidad, a partir de la relación distancia-tiempo de un recorrido y el peso de un objeto en movimiento, lo cual influye en la velocidad de dicho recorrido.

Además, acerca del reconocimiento de figuras planas, los estudiantes identificaron características básicas de las figuras geométricas, en relación con su número de lados y su forma. Para ilustrar lo anterior, en el siguiente fragmento se presenta la respuesta que proporciona el estudiante 2 cuando el investigador (Inv.) le cuestiona sobre la diferencia entre un triángulo y otras figuras geométricas:

Est.2: Este rectángulo tiene cuatro lados, y este triángulo tiene tres... Si tiene tres lados va a ser un triángulo.  
Parar [presiona el botón grabar voz para guardar su respuesta]

Por otro lado, se observó que los estudiantes identificaron características geométricas en los objetos que se encuentran a su alrededor a partir de la asociación con formas geométricas conocidas, por ejemplo, el estudiante 1 estableció una relación entre las características de dos objetos con forma rectangular por medio del tacto activo y la comparación de sus cualidades (ver la Figura 4). A saber, el estudiante reconoció que la tablet tiene las mismas características que un rectángulo y lo utilizó como ejemplo para explicar cómo identificar que una libreta tiene la misma forma, tal es el caso de este fragmento:

Est. 1: Hago esto [extiende las manos sobre la mesa, una frente a la otra como tomando una caja], por ejemplo, con la tablet [acerca las manos a los costados más largos de la tablet]

Inv.: Ajá

Est. 1: Así [presiona las manos a los costados más largos de la tablet] y así [gira la tablet para tocar los costados más cortos], entonces es rectangular

Inv.: ¡Oh!

Est.1: Porque estos lados son más largos [toca con los dedos los lados más largos de la tablet] y estos son más cortos [toca los lados más cortos de la tablet]



*Figura 4.* Identificación de formas geométricas y objetos del entorno por el estudiante 1.

Otro aspecto importante es que el estudiante 1 estableció una relación entre una figura bidimensional y una de las caras de una figura tridimensional e identificó, por medio de su comparación, similitudes y diferencias entre sí, como se presenta a continuación:

- Est.1: Y la pirámide que también es como un triángulo [toma dos de las fichas y las toca con ambas manos]  
 Inv.: Pero ¿la pirámide sería una figura plana?  
 Est.1: No [risa]  
 Inv.: Ok, sería otro ¿no? como que...  
 Est.1: Se parece a la familia de los triángulos, ¿será como su primo?

El extracto de la conversación sugiere que el estudiante reconoce que ambas figuras geométricas pueden ser de una misma familia porque hay algo en ellas que las hace similares. Cabe mencionar, que no se proporciona una representación tangible de la pirámide, lo cual se podría asociar a una rememoración de lo que el estudiante conoce sobre la figura tridimensional.

Por último, en la actividad 3, se presentó a los estudiantes un contexto para el desarrollo de la noción perímetro de figuras planas, y se solicitó determinar cuánta cinta de regalo es necesaria para cubrir todo el borde de un portarretrato de cartón. Durante la implementación los estudiantes identificaron al perímetro como el contorno de una figura por medio del tacto activo, por ejemplo, el estudiante 2 menciona lo siguiente sobre el perímetro de una ficha rectangular:

- Est.2: Éste es el perímetro [toca el borde de los lados de la ficha rectangular]

Los resultados muestran que los estudiantes reconocen la necesidad de medir cada uno de los lados de un objeto (rectangular o triangular) y realizar una suma de longitudes para determinar la medida de perímetro. Por ejemplo, el estudiante 1 responde lo siguiente al cuestionarlo sobre la cinta necesaria para adornar el portarretrato triangular:

- Est.1: Lo sumé  
 Inv.: ... ¿y ahora? ¿cómo podrías calcular el borde de cualquier figura? Como un cuadrado por ejemplo...  
 Est.1: Emm, sumándolo con la regla... O sea, sí  
 Inv.: Sumando, sumando ¿qué?  
 Est.1: Sumando los bordes

Por otra parte, los estudiantes identifican propiedades de las formas geométricas a partir del tacto activo y las mediciones realizadas anteriormente. Por ejemplo, el estudiante 1 argumenta propiedades del rectángulo como se muestra a continuación:

Est.1: Este mide 8 [toca uno de los lados de la forma rectangular con menor medida], este mide 10 [toca uno de los lados con mayor medida]. Entonces, este también mide 8 [toca otro lado con menor medida] y este 10 [toca otro lado con mayor medida]

*Sobre los procesos cognitivos implicados en el aprendizaje geométrico*

Los procesos cognitivos identificados en los participantes del estudio fueron la atención, la memoria ciega (procesos cognitivos simples), la percepción háptica y la visualización (procesos cognitivos complejos). A continuación, se presentan algunos ejemplos donde es posible identificarlos en términos del conocimiento geométrico que permitieron adquirir a los estudiantes.

*Atención.* Se evidenció en la escucha activa de ambos estudiantes, es decir, en movimientos como bajar la cabeza o ladearla ligeramente, ya que puede ser motivo de gran alerta o interés por las voces o sonidos del entorno o cuando se está concentrado en una actividad táctil, lo cual no quiere decir que puede observarse solo cuando los niños ciegos están quietos o callados. En el caso del estudiante 2, aunque se encontrara en movimiento o tocando el material tangible, mostró la habilidad de concientizar la información por medio de la audición, un sentido que debe priorizarse en la resolución de actividades matemáticas. Del mismo modo, los resultados sugieren que la atención permitió un grado de concentración en los participantes del estudio, lo que ayudó a desarrollar habilidades geométricas, entre ellas, el establecimiento de relaciones, identificación de propiedades y comparación de características de las figuras geométricas. Por ejemplo, cuando se discute sobre el sistema métrico decimal empleado en México, el estudiante 1 menciona que se podría medir utilizando los pies, por lo que se comenta que también existen unidades inglesas como el pie o la pulgada. En ese sentido, se evidencia que el estudiante presta atención a la discusión porque menciona un objeto que puede medirse en pulgadas:

Est.1: Como en los celulares  
 Inv.: Como en los celulares, las pantallas  
 Est.1: ¡100 pulgadas!

*Memoria ciega.* Se evidenció en la capacidad de memorización de los estudiantes y la toma de conciencia de lo que tocaban y escuchaban, para luego recuperar esa información cuando era necesario, lo cual permitió formular conclusiones y establecer relaciones entre la información previa y nueva. Por ejemplo, el estudiante 2 establece una relación entre el concepto figura geométrica y aquellas figuras planas que ha estudiado previamente al responder lo siguiente cuando se le cuestiona sobre las figuras geométricas que conoce:

Est.2: Cuadrado... triángulo..... el círculo, cuadrado y triángulo [en voz baja los últimos tres]. Rectángulo, rombo, óvalo, hexágono..... ¿cuál más?

En otro momento, el estudiante 1 menciona los nombres de las figuras planas y sus características sin contar con material tangible haciendo uso de su memoria en el tema de figuras geométricas para ejemplificar el conocimiento adquirido recientemente y ahondar en otros temas. Lo anterior se le atribuye a que, desde edad temprana, los estudiantes tuvieron oportunidad de potenciar sus habilidades de memoria y retener información durante y después de las actividades.

*Percepción háptica.* El sentido del tacto proporcionó a los estudiantes una variada estimulación por medio de la piel, una serie de receptores que otorgaron información de la textura, forma, tamaño y relieve del material tangible. Aún más, el tacto permitió la interpretación de las figuras planas y sus cualidades, características de sus lados y su medición, es decir, priorizó el análisis de los elementos que rodeaban a los estudiantes, trasladando los conceptos de estudio a los sentidos. Por ejemplo, el estudiante 1 menciona que la medida de un lado del portarretrato rectangular es de 14.5 centímetros y solo requiere medir el otro lado (adyacente al anterior) para

determinar cuál es la longitud de cada uno de los lados. Por ese motivo, se le cuestiona por qué le basta con medir solo dos lados de dicho portarretrato. Su respuesta se presenta en el siguiente fragmento:

Est.1: Porque sé que este igual tiene el mismo tamaño que este [toca los lados con mayor longitud] y este es del mismo tamaño que este [toca los lados con menor longitud]

A saber, el estudiante identificó una propiedad del rectángulo estudiada anteriormente: los lados opuestos del rectángulo son iguales, y acompaña sus argumentos haciendo referencia a dichos lados, por medio del tacto.

*Visualización.* Se evidenció tanto en las argumentaciones de los estudiantes y en la descripción de experiencias geométricas como en la generalización de las propiedades de figuras planas y en la abstracción de información, aunque en diferente nivel. Un ejemplo de ello es la representación gestual que los estudiantes realizan sobre información geométrica sin la necesidad de emplear material tangible, y en el caso del estudiante 1, por medio de la materialización del concepto figura geométrica al comparar algunas figuras con objetos de su vida cotidiana y concebir nuevas figuras a partir de las características que conoce. Durante las observaciones se escucha al estudiante mencionar a un compañero que ahora entiende por qué el Triceratops tiene ese nombre, estableciendo una relación entre las características del triángulo y las de un dinosaurio, lo cual sugiere que tiene la habilidad de extrapolar información geométrica a otros contextos porque realiza conjeturas a partir de la información recabada en la actividad:

Est.1: ¡Ah! del Triceratops que tiene tres cuernos, uno acá, uno acá y uno acá en la nariz [toca los extremos de su frente con ambas manos y luego su nariz con una mano], por eso se llamaba Triceratops

Inv.: ¿De 3? ¡Ah! ya entendí

Est.1: Y el triángulo de tres puntas

Esta observación resalta el hecho de que la visualización es un acercamiento a procesos cognitivos más complejos como la abstracción de saberes geométricos y, en el caso de los participantes del estudio, se puede lograr por medios distintos al tacto, por ejemplo, con la ayuda de la memoria ciega y la atención.

## ■ Conclusiones

Las actividades exploratorias permitieron a los estudiantes del estudio identificar al perímetro como el contorno de una figura plana. Adicionalmente, se identificaron características del desarrollo de ciertos procesos cognitivos relacionados con el PG en ambos estudiantes, así como el impacto de la tecnología computacional en los resultados del estudio.

### *Procesos cognitivos asociados al pensamiento geométrico*

La investigación sugiere que los procesos cognitivos que los estudiantes emplean en la resolución de actividades geométricas se complementan con otros. Por ejemplo, cuando un estudiante descubre o identifica propiedades en las formas geométricas no solo “pone en juego” su concentración en las cualidades de las figuras planas por medio de la exploración con las manos, sino que adicionalmente percibe de manera háptica características propias de dichas figuras y a partir de ello compara propiedades de estas. En ese sentido, los resultados indican que es conveniente apartar los materiales con lo que no se trabajará para no producir distracciones en los estudiantes. Por otro lado, la percepción háptica aunado a la audición cobraron especial importancia en la resolución de las actividades por ser las dos vías de entrada más importantes para estimular la memoria de los estudiantes. Razón por la cual se sugiere que el desarrollo de la memoria ciega es relevante por la agilidad que ofrece a los niños ciegos para retener información y replicarla en beneficio de nuevo aprendizaje.

Por otro lado, cabe mencionar que los procesos cognitivos identificados en el estudio (atención, memoria ciega, percepción háptica y visualización) funcionaron a manera de esquemas compensatorios en los participantes, ya que según Mojica (2013) un proceso cognitivo se puede considerar como un esquema compensatorio si hay evidencia de que permitió la adquisición del concepto matemático por parte del niño con alguna discapacidad. En ese sentido, se contempla a los esquemas compensatorios a manera de Vygotsky, es decir, como aquellos programas cognitivos que pueden ser potencializados para favorecer el desarrollo del PG (Vygotsky, 1997 citado en Mojica 2013). Lo cual se considera relevante debido a que los procesos cognitivos se podrían considerar como estrategias integradoras que permitan desarrollar un PG en niños ciegos, para posteriormente lograr prácticas exitosas que hagan que los estudiantes se sientan partícipes de la construcción de su conocimiento y puedan desenvolverse en contextos sociales que impliquen las mismas competencias geométricas para estudiantes regulares.

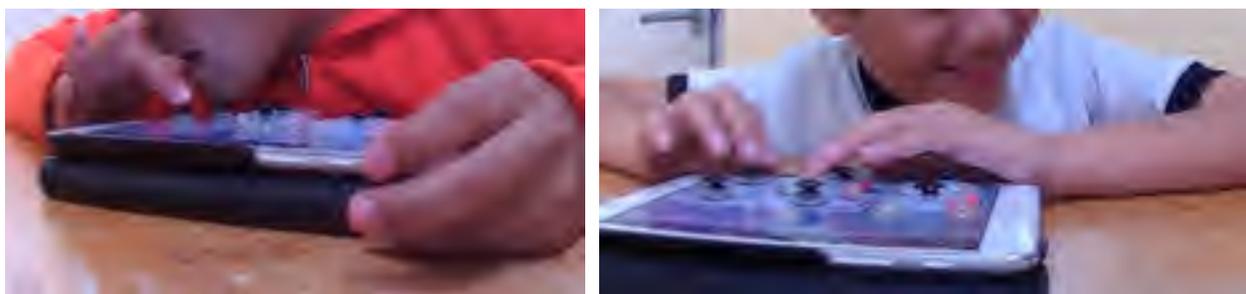
#### *Impacto de la tecnología computacional*

La tecnología empleada como material didáctico permitió a los estudiantes avanzar a su propio ritmo en la resolución de las actividades exploratorias y desarrollar independencia. Adicionalmente, algunos de los resultados que se lograron, particularmente con el empleo de la aplicación Android “QRVoice” fueron las siguientes:

*Innovación.* Se promovió la interacción entre los estudiantes, el medio didáctico y el saber matemático de estudio con una nueva forma de interacción a la cual los estudiantes no estaban acostumbrados (ver la Figura 5). Por ejemplo, el estudiante 2 menciona en la app "Tablet, hoy no encontré nada. Lo siento", lo que muestra una interacción social con una máquina.

*Motivación.* Despertó el interés de los estudiantes por medio de sus características específicas, por ejemplo, el almacenamiento de respuestas condujo a que quisieran responder los cuestionamientos por ellos mismos, cuando estuvieran seguros de hacerlo.

*Formación.* Permitió a los estudiantes la comunicación y argumentación de resultados, sobre todo por la capacidad de la tablet para almacenar respuestas y reproducirlas después a solicitud del investigador, para que el estudiante reflexionara sobre ellas.



*Figura 5.* Interacción de los estudiantes con la aplicación Android “QRVoice”.

## ■ Referencias bibliográficas

- Aldana-Bermúdez, E. y López-Mesa, J. H. (2016). Matemáticas para la diversidad: un estudio histórico, epistemológico, didáctico y cognitivo sobre perímetro y área. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 7 (1), 77-92.
- Baquero, M. J. y Beltrán, J. E. (2014). *Revisión documental sobre materiales utilizados en la enseñanza de la geometría en un aula integrada donde se encuentren estudiantes con limitación visual, en básica primaria*. (Tesis de Licenciatura), Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Colombia.
- Garrido, Y. P. y Leyva, L. M. (2008). Aprendizaje desarrollador en la matemática: Estimulación del pensamiento geométrico en escolares primarios. *Revista Iberoamericana de Educación*, 48 (1), 1-7.
- Gutiérrez, E. A. y Guataquira, O. (2017). *Estrategias de aprendizaje de matemáticas en estudiantes con ceguera o baja visión*. Tesis de Licenciatura no publicada, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Colombia.
- Hernández, C. (2011). *Desarrollo de las concepciones educativas de las personas con discapacidad visual*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Mojica, J. M. (2013). *Pensamiento probabilístico y esquemas compensatorios en la educación especial*. Tesis de Doctorado no publicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. México.
- Sánchez, J. M. y Badilla, J. E. (2011). Experiencias docentes. Uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación para la enseñanza de las matemáticas a alumnos con minusvalía visual. *Pensamiento Matemático*, 1-12.
- Secretaría de Educación Pública (2017). *Modelo Educativo para la Educación Obligatoria*. México: Secretaría de Educación Pública.