



Trayectorias de aprendizaje de la visualización espacial con incorporación de hipótesis sobre género

William Andrey **Suárez** Moya
Colegio CAFAM
Colombia

wasuarezm@correo.udistrital.edu.co

Resumen

El género como construcción social, vincula prácticas que posibilitan el aprendizaje del espacio y el desarrollo de habilidades como la visualización espacial. El presente trabajo se constituye a partir de referentes teóricos sobre habilidades de visualización espacial y género en el aula, los cuales son tomados como hipótesis para diseñar una ruta de desarrollo de la visualización espacial en niños y en niñas, denominándose Trayectoria Hipotética de Aprendizaje, la cual resulta en cinco Trayectorias Reales de Aprendizaje, validando parcialmente las hipótesis formuladas, y destacando el desarrollo de la visualización espacial en los niños y niñas, sujetos de la investigación.

Palabras clave: Visualización espacial, Trayectorias Hipotéticas de Aprendizaje, Investigación de Diseño, Género

Género y visualización espacial

El género ha sido un componente que ha cobrado importancia en el contexto de la educación en Colombia en las dos últimas décadas, el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) y el Ministerio de Educación de Colombia (MEN), (véase ICFES, 2012, 2013; MEN, 1997) documentan y analizan los resultados de desempeños entre niños y niñas en pruebas internacionales como el Estudio Internacional de Progreso en Comprensión Lectora (PIRLS) y el Estudio de las Tendencias en Matemáticas y Ciencias (TIMSS), y pruebas nacionales en Colombia como SABER en el área de matemáticas. En el análisis de TIMSS se identifican diferencias de género en el desempeño en matemáticas de niños y niñas en problemas relacionados con “manejar mentalmente figuras tridimensionales y para reconocer figuras congruentes o semejantes, manejar o utilizar relaciones, en el conocimiento de algunas características de los cuadriláteros, y para manejar rotaciones en el plano” (León, 2012, p. 106).

Linn y Petersen, citados en ICFES (2013) refieren que una de las grandes diferencias de género en el aprendizaje de las matemáticas de niños y niñas, está asociada con la ventaja de los hombres en algunas habilidades espaciales. Otros autores afirman que no hay diferencias significativas en habilidades visuales, pero sí diferencias cualitativas en las estrategias de procesamiento y estructuración empleadas por hombres y mujeres durante la resolución de

actividades (Fennema, 2000; Gorgorio 1998; Rubio, 2000). Clements y Sarama (2009) mencionan que las niñas se pueden ver marginadas en su progresión en las matemáticas debido a la falta de atención por parte de los docentes en el desarrollo de habilidades espaciales en el área de geometría, apoyando esta tesis, se encuentran los trabajos de Casey, Nuttall y Pezaris (2001). En las investigaciones de Clements y Battista (1992), se estructuran tareas que tienden a disminuir las diferencias de género que los autores vinculan a factores de tipo cultural y/o biológico.

Sin embargo, la caracterización para género en estos trabajos citados y otros revisados en el marco del trabajo de investigación de Suárez (2017), se reduce a un sistema binario de sexo/género, en el que el sexo de la hembra va unido al género mujer, y el sexo del macho al género hombre. Por tanto, este sistema no contempla los cuerpos que no corresponden con estos sexos o los cuerpos que asumen un género no vinculado al sexo, denominándose bajo la categoría de identidad de género. Por cuanto más allá del sistema binario establecido, el género es una construcción social en la que se vinculan los cuerpos que expresan características biológicas, psicológicas, sociales y culturales (Suárez, 2017).

El género en tanto construcción social, vincula prácticas que dan forma a como los estudiantes visualizan los objetos, conceptos y procesos dentro de la actividad cognitiva. Estas prácticas se hacen evidentes en las acciones y producciones de los niños y niñas en el aula, por cuanto el interés por diseñar rutas que contemplen el género de los estudiantes y posibiliten el desarrollo de habilidades como la visualización espacial aprovechando prácticas como juegos y quehaceres. Las Trayectorias Hipotéticas de Aprendizaje (THA), son la mejor opción para diseñar estas rutas; como mencionan Clements y Sarama (2009), las THA, “ayudan a los maestros a entender la variedad de niveles de conocimiento y de pensamiento de sus clases y de los individuos dentro de ellas, como fundamentales para satisfacer las necesidades de todos los niños” (p.16).

Por su parte, en la investigación, estudiantes con sexo de hembra se reconocieron como mujeres y estudiantes con sexo de macho se reconocieron como hombres, sin que apareciera otra denominación que no correspondiera a estas identidades.

Procesos que desarrollan la visualización espacial

El desarrollo de la visualización espacial exige que se deba producir un dinamismo en las imágenes mentales. El desarrollo temprano del pensamiento espacial y de la visualización espacial da cuenta que las imágenes mentales de los niños y niñas inicialmente son estáticas; por tanto, el promover tareas que posibiliten el desarrollo del proceso de transformación de imágenes mentales o dinamizar imágenes mentales es fundamental.

Desde el trabajo de la Trayectoria de Aprendizaje de la Visualización Espacial e Imágenes de Clements y Sarama (2009), se determina que los movimientos de deslizar, voltear y girar son los más fáciles para que los niños y niñas comiencen con el desarrollo de la transformación de la imagen mental. La dirección del movimiento incide en la dificultad de transformar la imagen; pero dependiendo de la tarea instruccional esta dificultad podrá solucionarse.

Haciendo énfasis sobre los movimientos de deslizar, voltear y girar, los cuales serán objeto en la THA diseñada, en adelante son considerados procesos condicionados al desarrollo de la transformación de imágenes en la visualización espacial.

La THA permite destacar aspectos en el desarrollo de la visualización espacial como la importancia del cuerpo en actividades que promueven el desarrollo de la visualización espacial en niñas (Clements & Sarama, 2009).

De esta manera, se consolidó la THA de la visualización espacial, que tuvo seis niveles de

pensamiento (Figura 1). En cada nivel se vinculó una hipótesis acerca de los procesos que desarrollan la visualización espacial.

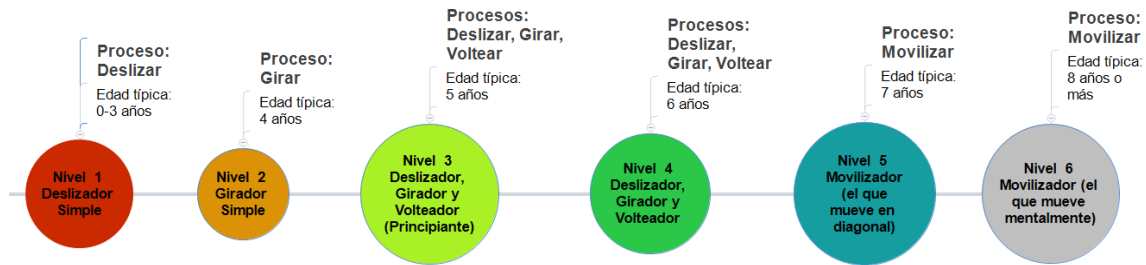


Figura 1. Niveles de pensamiento de la THA de la visualización espacial en niños y en niñas. Fuente propia

Diseño metodológico de la investigación

La metodología de la Investigación de Diseño resultó indicada para este trabajo puesto que al mismo tiempo que se estudia el proceso de aprendizaje, se analizan los modos por los cuales el aprendizaje se sustenta y se organiza (Cobb & Gravemeijer, 2008). Así mismo, la Investigación de Diseño permite la comprobación de los supuestos del modelo teórico, transformados en hipótesis, de acuerdo a la validez que evidencian según el análisis de los datos obtenidos (Confrey, 2006; Steffe & Thompson, 2000). En el marco de la Investigación de Diseño se encuentran los Experimentos de Enseñanza, los cuales permitieron determinar la eficacia del diseño de la THA que vinculó hipótesis sobre bases teóricas que asocian estudios de género en el desarrollo de la visualización espacial de los niños y niñas. Para el diseño de la THA se consideraron tres componentes, a) Las metas de aprendizaje en el desarrollo de la visualización espacial; b) La ruta de desarrollo constituida por los niveles de pensamiento; c) Un conjunto de actividades instruccionales (Clements & Sarama, 2009).

Entre las actividades instruccionales se encuentran las siguientes:

Tabla 1

Actividades instruccionales de la THA.

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6
Organización el aula	Pentominós	Doblar, Limpiar y barrer	Teselados	Reflejos	Poleas
Construyendo siluetas con imaginación	Tangram (Tablet)	Logimax	Origami	Mosaicos geométricos	Razonamiento abstracto
El recorrido del orden	Match		Cubos-soma	Los ángulos del reloj	Que ficha le falta al rompecabezas
Camino a la casa					

A partir del ciclo de enseñanza propuesto por Simon y Tzur (2004), se hizo un ajuste para las fases metodológicas de la investigación (Figura 2):

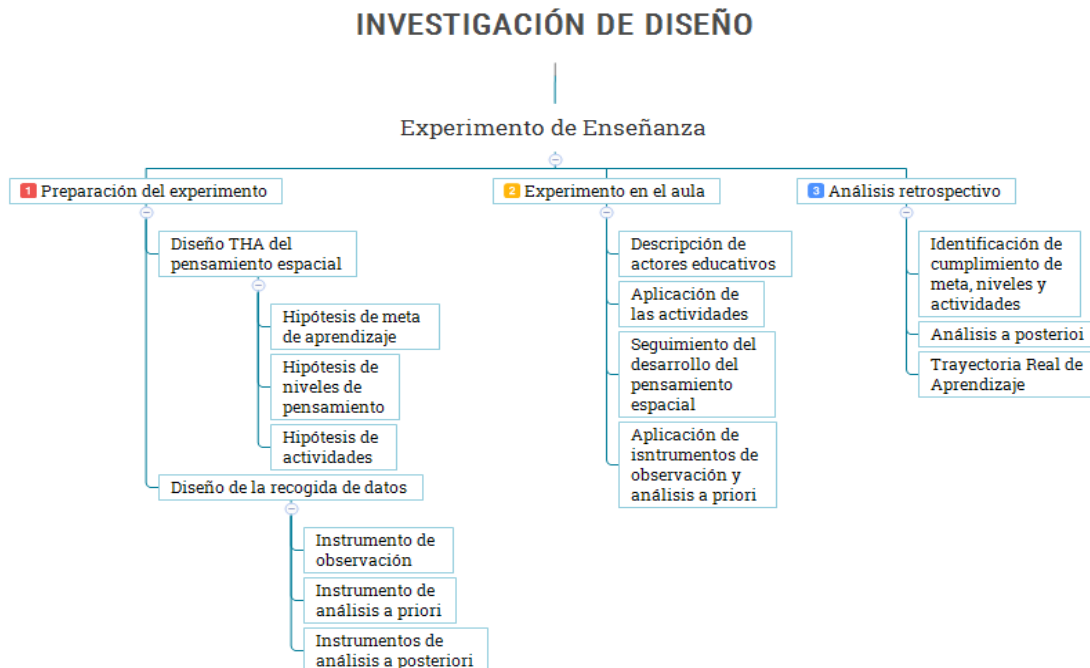


Figura 2. Cuadro metodológico. Fuente propia

Análisis de verificación de hipótesis sobre visualización espacial

Teniendo en cuenta las hipótesis del nivel y el descriptor del nivel, se verificó el cumplimiento de estas hipótesis por medio de los indicadores de nivel. En la Tabla 2 se muestra el ejemplo para el Nivel 2 de pensamiento: Girador Simple, en el que se describen las hipótesis de nivel, el descriptor del nivel y los indicadores del nivel:

Tabla 2.




Hipótesis, descriptor e indicadores del nivel 2 de la visualización espacial.

Hipótesis del nivel	<ul style="list-style-type: none"> Los niños de cuatro a cinco años de edad pueden hacer giros si tienen tareas simples y claves, como tener una marca clara en el borde de una figura y no una forma “girada” como distractor (Clements & Sarama, 2009). Los niños y niñas de entre cuatro a ocho años, no muestran diferencias de género en tareas que involucran movimientos con deslizar y girar (Moyer, 1978).
Descriptor del nivel	Gira objetos en tareas fáciles
Indicadores del nivel	<ul style="list-style-type: none"> Replica patrones de bloques. Arma rompecabezas simples. Anticipa mentalmente los movimientos.

Para dar cuenta del cumplimiento de la hipótesis de nivel 2, donde el proceso de **girar** se identifica con **la realización de tareas simples y claves**, se asocia el descriptor de nivel en estos términos, **gira objetos en tareas fáciles**. Posteriormente, se asociaron los indicadores de nivel con este descriptor señalando tres tareas simples asociadas a este movimiento. Con ello se verificaron estos indicadores en las actividades, tal y como se muestra en la Tabla 3:

Tabla 3.

Verificación de las hipótesis para el nivel 2 de la visualización espacial.

Cumplimiento del indicador	Evidencia
<p>En cuanto al primer indicador del nivel, arma rompecabezas simples. En la actividad del tangram en la tablet, los estudiantes giran las fichas del juego (1) con el fin de encajarlas en la configuración de la silueta de la figura que muestra la tablet.</p>	
<p>Esta tarea resulta fácil puesto que la silueta de la figura a armar estaba presente para encajar las fichas.</p>	
<p>En cuanto al segundo indicador del nivel, replica patrones de bloques. En la actividad del pentominó, los estudiantes giran las fichas del juego (1) con el fin de encajarlas en la configuración de un rectángulo.</p>	
<p>Esta tarea resulta ser fácil puesto que en la instrucción de la actividad se mencionaba que no se debía utilizar necesariamente todas las fichas del juego para armar el rectángulo.</p>	
<p>En cuanto al tercer indicador del nivel, anticipa mentalmente los movimientos. En la actividad de match, los estudiantes anticipaban sus movimientos mentalmente antes de realizarlos (1), esto se observó al momento en el que se iba a dar giros al hula hula, a la cuerda y sobre la colchoneta.</p>	
<p>En esta actividad se tuvo en cuenta la experiencia previa en el movimiento del cuerpo, particularmente en los juegos del hula hula, lazo, pirinola, yoyo, lanzamiento de disco y botes sobre colchoneta, donde se exigía cierta precisión, fuerza y ángulo en los movimientos.</p>	





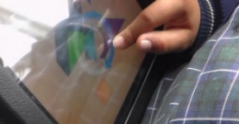

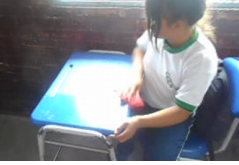
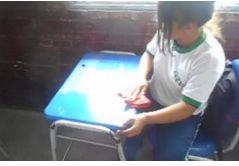

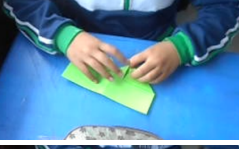

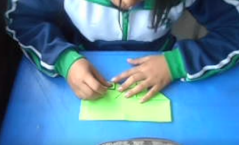
Análisis de progresión de niveles de la THA

A partir del cumplimiento parcial y total de las hipótesis formuladas en el diseño de la THA, a continuación, se muestra el progreso de una estudiante en cuatro niveles de la THA tomando el proceso de Girar (Tabla 4). Además, se describen maneras en que los procesos se produjeron a partir de la intervención del cuerpo.

Tabla 4.

Análisis de progresión de niveles de la THA de la visualización espacial.

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4
<p>Se identificaron dos maneras de girar en tres actividades de este nivel: Girando sus manos sobre las fichas del tangram para llevarlas</p>	<p>Se identificaron tres maneras de girar en tres actividades de este nivel: Girando sus manos sobre las fichas del</p>	<p>Se identificaron dos maneras de girar en una actividad de este nivel: Girando sus manos sobre el trapo para</p>	<p>Se identificó una manera de girar en una actividad de este nivel: Girando sus sobre el papel para hacer</p>

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4
<p>de una ubicación a otra (1).</p> <p>Girando la regla con una mano, y girando la mesa con una mano mientras la otra mano está fija (2).</p> <p>(1)</p>  <p>(2)</p>  	<p>pentominó para encajarlas (1).</p> <p>Moviendo el dedo sobre la superficie de la Tablet haciendo arcos para girar las fichas del, y sobre la superficie del hula hula (2).</p> <p>(1)</p>  <p>(2)</p>  	<p>limpiar la superficie de la mesa (1).</p> <p>Dando giros con su cuerpo mientras camina para barrer el piso (2).</p> <p>(1)</p>   <p>(2)</p> 	<p>pliegues sobre la mesa (1).</p> <p>(1)</p>   

A partir de lo anterior, se constituyen los resultados del análisis de la progresión de niveles de la THA con la representación gráfica para los procesos. En el gráfico se presentan las maneras en las que el proceso Girar se dio en cada estudiante, mostrando el número de incidencias que tuvo tal manera en los niveles de la THA (Figura 3).

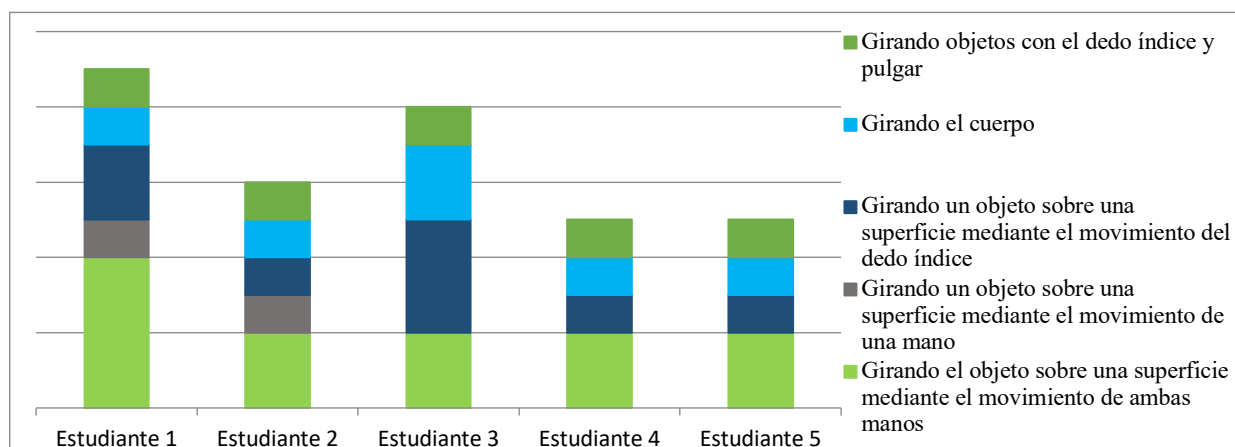


Figura 3. Proceso de girar en los estudiantes durante la THA. Fuente propia

Los resultados de la THA dan cuenta de cinco Trayectorias Reales de Aprendizaje (TRA) (Figura 4), cada una asociada a cada estudiante, y que muestran la ruta que tuvieron los niños y las niñas durante la aplicación de las actividades para el desarrollo de la visualización espacial.

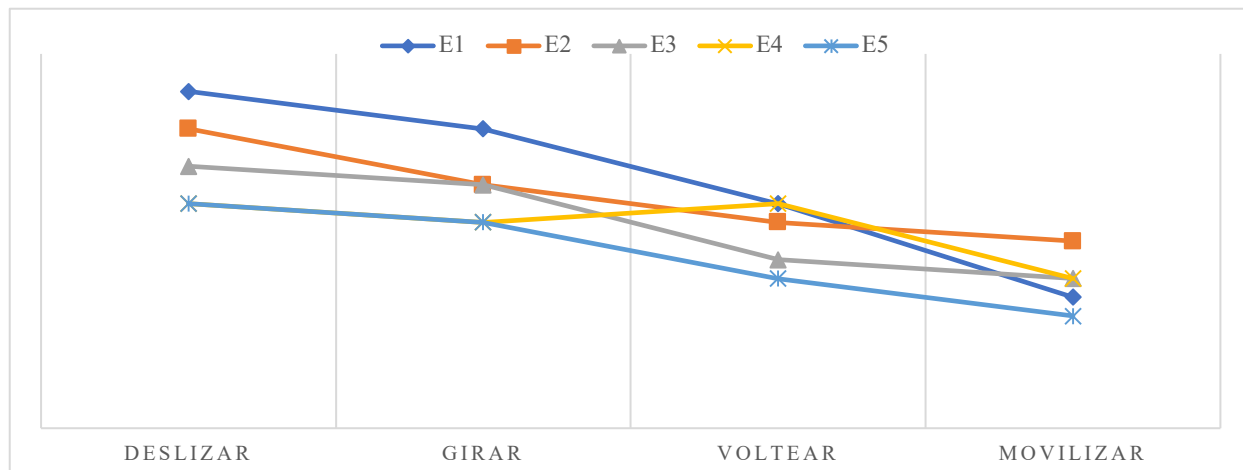


Figura 4. Resultados de las cinco TRA de la visualización espacial vinculadas al género. Fuente propia

Conclusiones

En la revisión de trabajos sobre estudios de género y desarrollo de la visualización espacial, se identificaron hipótesis para la meta de aprendizaje y cuatro niveles de pensamiento en las que se describen diferencias de género en las habilidades espaciales de estudiantes al momento de realizar tareas que involucran rotación mental, por lo que se diseñaron diferentes actividades que promovieron el desarrollo de la visualización espacial en los niños y niñas.

El diseño de varias actividades en cada nivel de pensamiento permitió el desarrollo de la visualización espacial por diferentes entradas en los niños y niñas. Evidencia de ello se encuentra en los resultados de la progresión de niveles de pensamiento, en donde los niños y niñas avanzaron en cada nivel a partir de la verificación de los procesos que desarrollan la visualización espacial afianzando diferentes maneras en las que se puede dar determinado proceso. Por cuanto sin importar la favorabilidad de una determinada actividad al género del estudiante, lo fundamental fue posibilitar el progreso de los niños y niñas por los niveles de pensamiento.

Las maneras en las que cada niño y niña desarrollaba la actividad, dan cuenta a un arraigo de prácticas socioculturales en las que los niños y niñas han vivido, por cuanto actividades relacionadas con juegos infantiles y quehaceres de la casa dieron evidencia en la progresión en los procesos de la visualización espacial de manera distinta. Las experiencias previas extraescolares con este tipo de actividades permiten el avance de los estudiantes entre los niveles de pensamiento.

Reconocimiento

Este trabajo hace parte del proyecto de la Maestría en Educación: Un estudio de género en Trayectorias Hipotéticas de Aprendizaje de la Visualización Espacial, el cual está vinculado a AIDETC (Programa Nacional Colciencias código 1419-6614-44765), y al proyecto internacional ACACIA (código 561754-EPP-1-2015-1-COEPPKA2-CBHE-JP) cofinanciado por el Programa Erasmus+ de la Unión Europea.

Referencias bibliográficas

Casey, M., Nutall, R., & Pezaris, E. (2001). Spatial-mechanical reasoning skills versus mathematics self-confidence as mediators of gender differences on mathematics subtests using cross national gender-based items. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32(10), 28-57

- Clements, D., & Battista, M. (1992). Geometry and Spatial Reasoning. En D. Grouws (Ed.). *Handbook of Research on Mathematics teaching and Learning: A Project of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 34-67). New York: NCTM.
- Clements, D., & Sarama, J. (2009). *Early Childhood Mathematics Education Research*. Nueva York: Routledge.
- Cobb, P., & Gravemeijer, K. (2008). Experimenting to Support and Understand Learning Processes. (A. E. Kelly, R. A. Lesh, & J. Y. Baek, Edits.) *Handbook of Design Research Methods in Education: Innovations in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Learning and Teaching*, 68 - 95.
- Confrey, J. (2006). The evolution of design studies as methodology. (R. K. Sawyer, Ed.) Nueva York: Cambridge University Press.
- Fennema, E. (2000). Gender Equity for Mathematics and Science. *Office of Educational Research and Improvement*, 12.
- Gorgorió, N. (1998). *Exploring the functionality of visual and non-visual strategies in solving rotation*.
- ICFES (2012). *Colombia en PIRLS 2011*. Bogotá. ICFES.
- ICFES (2013). *Análisis diferencias de género en desempeño de estudiantes colombianos en matemáticas y lenguaje*. Bogotá. ICFES.
- León, O. (2012). Cien años de reformas y un problema actual en la enseñanza de la geometría. En L. Camargo (Ed.), *Investigaciones en Educación Geométrica*. Bogotá, D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 30-40.
- MEN (1997). *Análisis y resultados de las pruebas de matemáticas – TIMSS – Colombia*. Bogotá. MEN.
- Moyer, J. C. (1978). The relationship between the mathematical structure of Euclidean transformations and the spontaneously developed cognitive structures of young children. *Journal for Research in Mathematics Education*, 9(2), 83-92.
- Rubio, M. (2000). Género y diferencias cognitivas en la solución de problemas de razonamiento espacial. *Tecné, Episteme Y Didaxis: Revista de La Facultad de Ciencia Y Tecnología*, 8, 25–30.
- Simon, M., & Tzur, R. (2004). Explicating the Role of Mathematical Tasks in Conceptual Learning: An Elaboration of the Hypothetical Learning Trajectory. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(2), 91 - 104.
- Suárez, W. (2017). *Un estudio género en Trayectorias Hipotéticas de Aprendizaje de la visualización espacial*. Tesis de Maestría. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Steffe, L., & Thompson, P. (2000). Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. In R. Lesh & A. E. Kelly (Eds.), *Research design in mathematics and science education*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 267-307.