

MATEMÁTICAS Y GÉNERO: UN ESTUDIO DEL RAZONAMIENTO ESPACIAL

MATHEMATICS AND GENDER: A STUDY OF SPATIAL REASONING

Verónica Ortiz Rojas, Rosa María Farfán Márquez
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. (México)
veronica.ortiz@cinvestav.mx, rfarfan@cinvestav.mx

Resumen

Se reporta una revisión bibliográfica preliminar como avance de una investigación sobre el razonamiento espacial en matemáticas, el proyecto se encuentra enmarcado en los estudios con perspectiva de género. De la revisión preliminar se ha identificado que las actividades de visualización dentro de la actividad matemática están dirigidas a la acción de *predecir*. En matemática educativa no se tiene definido un marco de referencia específico para el razonamiento espacial dada la actividad matemática, es decir, interpretar las actividades espaciales presentes en el desarrollo y construcción del conocimiento matemático aún no es evidente, por ello se recurre a la teoría socioepistemológica de la matemática educativa para que desde su problematización del saber se puedan identificar usos y significados alrededor de este razonamiento.

Palabras clave: socioepistemología, razonamiento espacial, género

Abstract

A preliminary bibliographic review is reported as an advance of a research on spatial reasoning in mathematics, the project is framed in studies with a gender perspective. From the preliminary review it has been identified that the visualization activities within the mathematical activity are directed to the action of predicting. In educational mathematics is not defined a specific frame of reference for spatial reasoning given the mathematical activity, ie, interpret the spatial activities present in the development and construction of mathematical knowledge is not yet evident, so it is resorted to the socioepistemological theory of educational mathematics so that from its problematization of knowledge, uses and meanings can be identified around this reasoning.

Key words: socioepistemology, spatial reasoning, gender

■ Introducción

Anteriormente el área de psicología educativa buscaba patrones diferenciados de comportamiento para mujeres y hombres, se realizaron estudios de corte académico con la intención de mejorar el aprendizaje en matemáticas, particularmente, lo que encontraron fueron disparidades en el rendimiento de pruebas sobre el razonamiento cuantitativo, lo cual llevó a numerosos estudios en los que la *atención visual* fue elemento de investigación. Una de las conclusiones dados estos resultados y otros resultados de corte biológico, el tamaño del hemisferio izquierdo relacionado con la capacidad espacial, en mujeres y hombres, suponía que las mujeres tenían menor habilidad espacial y que por ello presentaban dificultades para desempeñarse en el área de matemáticas.

Dentro de los estudios con perspectiva de género se ha discutido sobre la capacidad cognitiva de hombres y mujeres para las disciplinas de matemáticas y ciencias, y la pregunta que ha dirigido este tipo de investigaciones gira entorno a las capacidades cognitivas en hombres y mujeres ¿son iguales? o sobre su rendimiento en pruebas estandarizadas ¿quién es más talentoso, la mujer o el hombre?

Se presenta el avance de un proyecto de investigación que tiene por objetivo caracterizar las *concepciones* presentes, sus relaciones o procesos que acompañan la construcción del conocimiento matemático en lo que denominamos *habilidades espaciales*, en estudiantes de ingreso a nivel superior en matemáticas con perspectiva de género, bajo la Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa (TSME).

■ Metodología

La metodología que emplearemos para el desarrollo de este proyecto de investigación responde a la TSME puesto que reconoce que el conocimiento matemático está íntimamente relacionado con prácticas sociales, las cuales suponen necesario reconocer la relación entre estos contextos sociales y la matemática.

Para ello, nuestra investigación estará centrada en la *problematización del saber* que, de forma sistémica, busca analizar el conocimiento matemático desde sus dimensiones cognitiva, epistemológica, didáctica y social, esto al estudiar propiamente la naturaleza del saber matemático (Reyes-Gasperini, 2016). De tal modo que podamos caracterizar a partir de marcos de referencia los usos y significados que se desprenden alrededor de la noción de razonamiento espacial en matemáticas con el objetivo de construir modelos que puedan ser llevados a escenarios didácticos.

El análisis reconocerá en la perspectiva de género un elemento transversal al componente sociocultural, la TSME está fuertemente relacionada dada su postura sobre la construcción del conocimiento matemático, que más social que los estudios de género.

■ Marco referencial

El nivel académico que se reporta en las aulas de matemáticas para mujeres y hombres en conjunto con el discurso matemático escolar ha favorecido a los estudiantes varones, podemos reconocer que en libros de texto se siguen promoviendo, a través de ilustraciones, estereotipos de género en los cuales la mujer sigue ocupando un lugar secundario. Es en las aulas donde se construye una identidad generica como un parteaguas sobre la elección profesional pero los espacios para mujeres y hombres se encuentran sumamente acotados dados los estereotipos de género que se hacen presentes en la interacción con el medio social.

Actualmente las propuestas sobre equidad e igualdad de participación para mujeres forman parte de las reivindicaciones sociales que corresponde al ámbito social, en el sector educativo estas reivindicaciones son de carácter escolar y desde la matemática educativa se estudia la naturaleza del discurso matemático escolar, es decir,

¿qué tipo de interacciones se promueven en el aula? desde la perspectiva de género nos interesa reconocer la forma en que las mujeres construyen su conocimiento matemático. Para ello retomamos la premisa que resultó de investigaciones de corte psicológico y biológico en donde se asume la mujer presenta dificultades respecto a las actividades espaciales, lo cual repercute en su participación en áreas de matemáticas y ciencias. Suponemos que escolarmente la reivindicación de la mujer en el aula responde al ámbito STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) con el propósito de que la mujer pueda incursionar en estas áreas de trabajo y se pueda rescatar mucho talento femenino que ya ha pasado varios *filtros* a través de su vida académica.

Spelke (2005) plantea un escenario en el cual propone analizar el pensamiento matemático maduro, sus fundamentos e interacciones, con el fin de entender qué sucede en las aulas antes de que los intereses y las diferentes fuerzas sociales comiencen a influir en las actividades académicas de hombres y mujeres.

Analizar el pensamiento matemático es una tarea interminable, más aún analizarlo particularmente para hombres y mujeres, pero estudios han señalado que la existencia de diferencias académicas (aunque sea mínimas) se deriva principalmente de la estrategia de solución de problemas. Spelke (2005) plantea que el uso diferenciado de estrategias de solución por sexo se puede enmarcar en tres líneas de acción para su estudio, el primero de ellos es de suma importancia pues enfatiza sobre la idea en la cual mujeres y hombres están predispuestos desde su nacimiento para aprender diferentes cosas dada la interacción diferenciada que se da con el medio social para cada uno, enfatizando que los hombres dirigen su aprendizaje a las relaciones mecánicas de los objetos, mientras que las mujeres están sujetas a un aprendizaje sobre las relaciones personales, sociales y emocionales:

“One claim asserts that males and females are predisposed from birth to learn about different things: Male infants learn about objects and their mechanical relationships, whereas female infants learn about people, emotions, and personal relationships” (p.950).

Así mismo Spelke (2005) considera que uno de los resultados más importantes de las investigaciones realizadas fue caracterizar a las tareas escolares, particularmente aquellas que se relacionaban con la comparación visual, se encontró que aquellas tareas donde se presentaban dos objetos en diferentes orientaciones resultaban en: una mayor interacción para los hombres al formar una imagen de un objeto y darle vueltas en la mente para alinearlos con el otro (es decir, la rotación mental), mientras que las mujeres resultaron ser más propensas a comparar características de los objetos.

Actualmente, caracterizar al razonamiento espacial busca detectar elementos necesarios para la elaboración de proyectos de intervención educativa con los cuales se busca atender de manera transversal el aprendizaje de matemáticas, esto suponiendo que el medio con el cual nos hemos desarrollado desde el nacimiento reconoce a la espacialidad como un conocimiento a priori. En este sentido Newcombe (2013) afirma que los estudiantes con una gran capacidad de reconocimiento espacial aprenden mejor de las visualizaciones que los estudiantes con menor reconocimiento espacial, una premisa de Newcombe que surge de estas consideraciones es que la capacidad espacial predice el interés y éxito en estudiantes para las disciplinas STEM.

La revisión bibliográfica permitió reconocer distintas facetas del significado que se le atribuye, bajo diferentes supuestos teóricos, al concepto de “razonamiento espacial”. Mulligan, J. (2015) contempla resultados de investigaciones multidisciplinarias, con los cuales advierte que actividades espaciales tempranas en estudiantes permiten el desarrollo de habilidades espaciales y de manera subsecuente repercuten en el desarrollo de la capacidad espacial en particular en la enseñanza de la geometría.

Consideramos que en realidad estas actividades espaciales plantean la descripción de lo que se entiende por espacio físico, atendiendo únicamente a la descripción (en su nivel más básico) de disposiciones de objetos o elementos que se encuentran en un espacio determinado, para dar una caracterización al respecto. En este mismo sentido Thom y McGarvey (como se citó en Mulligan, J., 2015) consideran que el espacio gráfico (trazos, dibujos y esquemas) debe

ser estudiado en los niños, puesto que podría reconocerse cómo en la actividad dinámica surgen ideas geométricas: “Adopt an embodied cognitive view of the study of children’s drawings, and how the physical process of drawing allows geometric understandings to emerge” (p.512).

Ya mencionamos que no existe una única definición para referirse al razonamiento espacial, más bien se encontraron términos que aluden a su interpretación. La revisión bibliográfica nos permitió elaborar una descripción de lo que se ha entendido por este concepto como se muestra en la tabla número 1

<i>Sentido espacial</i>	Orientación espacial	Relacionado con las disposiciones de objetos y superficies, con la finalidad de hablar sobre el cambio de posición.
<i>Pensamiento espacial</i>	Habilidad espacial	Realizar transformaciones y mantener cambios a un objeto original, rotación mental, perspectiva, etc.
		Conocimiento general del espacio, que se subdivide.
	<i>Visualización</i>	Aptitud para manipular objetos mentalmente (el objeto es lo que es manipulado).
	<i>Capacidad espacial</i>	Como una cualidad que puede mejorarse mediante entrenamiento específico.

Tabla 1. Concepciones teóricas para el razonamiento espacial

Coincidimos con la definición que hace Mulligan (2015) respecto del razonamiento espacial como “la capacidad de reconocer y manipular (mentalmente) las propiedades espaciales de los objetos, así como las relaciones espaciales entre ellos” (p. 513). Consideramos que si bien esta definición explica la relación cognitiva que establece el sujeto en su interacción con el objeto, falta estudiar las ideas en torno a situaciones de espacialidad en matemáticas.

Arrieta (2003) plantea como una necesidad de la investigación en matemática educativa el establecimiento de marcos de referencia adecuados para “estudiar la relación entre la capacidad espacial y el estudio de las matemáticas...pero se constata un déficit de instrucción en contenidos matemáticos asociados a la capacidad espacial que conviene compensar” (p. 59)

Un resultado determinante en términos de analizar con perspectiva de género es que en el conocimiento matemático específico, los hombres tienden a desempeñarse mejor en tareas que requieren altos niveles de razonamiento espacial según lo reportan los resultados de las pruebas estandarizadas que miden a través de ítems *niveles* del razonamiento espacial. Sin embargo, hallazgos recientes han demostrado que los programas de intervención didáctica pueden cerrar la brecha tanto para las variables de género como para las socioeconómicas cuando se introducen actividades espaciales explícitas en la instrucción (Newcombe & Frick, 2010).

Lowrie y Jorgensen (2017) señalan que los diseños didácticos que buscan el desarrollo del razonamiento espacial se deben apoyar de imágenes visuales y de la gráfica como un medio para interpretar representaciones, de manera similar caracterizan qué elementos serán considerados para cada uno de los grupos, esto claro en Matemática Educativa. Algunas investigaciones que ya han elaborado marcos de referencia para el diseño de materiales de intervención didáctica son:

Uttal et al. (Como se citó en Lowrie & Jorgensen, 2017) proponen una tipología de habilidades espaciales en la cual se clasifica en términos de información intrínseca y extrínseca, y en tareas estáticas y dinámicas (como se muestra

en la figura 1). El reconocer las partes de un objeto y las relaciones que guardan se considera como información intrínseca, por su parte la información extrínseca se refiere a la relación de los objetos en un grupo. El carácter de estático y dinámico está relacionado con la presencia o no de movimiento. Este tipo de marco de referencia utiliza el carácter descriptivo de situaciones reales en donde lo espacial es señalado a través del cambio de posición de un objeto.

	Intrinsic (within object)	Extrinsic (between)
Static		
Dynamic		

Figura 1. Una representación de la tipología de habilidades espaciales de Uttal et al. (2013), recuperado de Lowrie y Jorgensen (2017).

Por su parte Mulligan et. al. (2018) reconocen que es a través de tareas de organización espacial, reconocimiento de patrones de repetición y cambio, capacidad de generalización a partir de interacción ambiental que se atiende al desarrollo del razonamiento espacial. Proponían analizar a través de softwares como PATMaths y PASA los datos obtenidos, con la intención de elaborar instrumentos para medir y describir la capacidad general de los estudiantes, el rendimiento matemático, así como la conciencia de patrón y estructura que tenían.

Por otra parte, se encuentran las investigaciones que hacen análisis de los ejercicios planteados en pruebas estandarizadas que miden este tipo de razonamiento. Newcombe (2010) presenta una clasificación (figura 2) del tipo de ejercicios espaciales que se emplean en dichas pruebas, afirmando que estos ejercicios no contemplan todas las habilidades que se emplean o son consideradas como parte del razonamiento espacial.

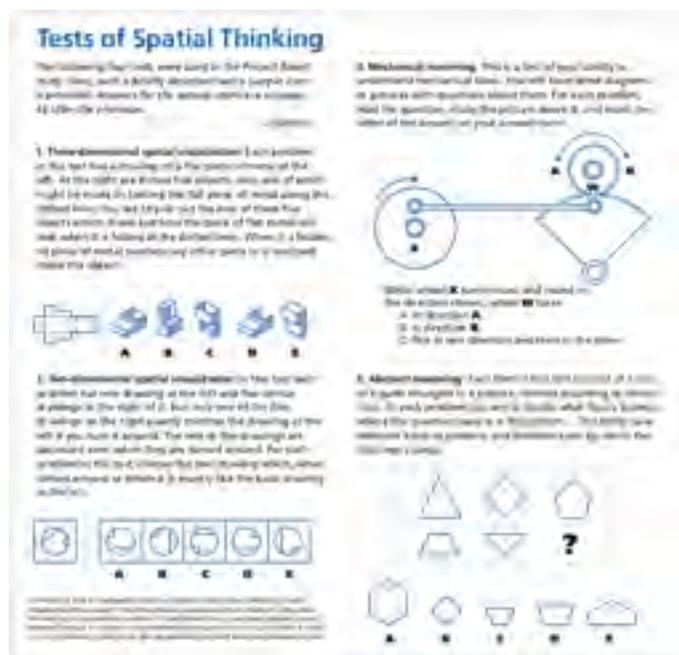


Figura 2. Tests of Spatial Thinking, recuperado de Newcombe, Nora. (2010).

Pareciera que este tipo de razonamiento es percibido como una habilidad que se relaciona directamente con la idea de analizar rotaciones y simetrías a través de ejercicios espaciales que valoran únicamente la manipulación de objetos. Pruebas estandarizadas, reconocen la importancia del razonamiento espacial para las carreras relacionadas con las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés). Ante estas declaraciones y la realidad de los exámenes de admisión al nivel superior que contempla un apartado sobre razonamiento espacial surge la necesidad de actividades matemáticas alternativas que incorporen elementos para estudiantes con mayor riesgo de abandono en matemáticas. Por ello la necesidad de estudiar las concepciones de lo espacial en la actividad matemática.

Las consideraciones planteadas anteriormente y la revisión bibliográfica preliminar nos conducen a plantear las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cómo las habilidades espaciales *inciden* en el desarrollo de habilidades del pensamiento matemático?
- ¿Cuáles son las *acciones asociadas* a la naturaleza del razonamiento espacial?

■ Resultados

La revisión bibliográfica nos permitió, desde otros campos disciplinares, entender al razonamiento espacial visto cómo una aplicación a través de la visualización de procesos, anticipación ante otros elementos de interacción, y cómo un medio para visualizar a partir de otros elementos. Por lo anterior, hemos reconocido hasta este momento de la investigación que la visualización está relacionada escolarmente (pruebas o test) con actividades y ejercicios que tienen como fin la *predicción* de posiciones o movimientos.

Se pudo identificar de la revisión bibliográfica que el razonamiento espacial es concebido en cuatro categorías principalmente: sentido espacial, pensamiento espacial, visualización y capacidad espacial; reconocemos que el razonamiento espacial requiere de un *lenguaje* que pueda articularse con el aprendizaje espacial en matemáticas. Consideramos que son tres los elementos necesarios para adquirir un lenguaje espacial, estos son: tener conciencia

del espacio en sí mismo, leer y hacer representación de información espacial en gráficos, e interpretar gráficos para la toma de decisión.

■ Conclusiones

Las posturas sobre *cómo interpretar* a las habilidades espaciales en matemáticas son un tema de discusión puesto que el marco de referencia con el cual poder analizarlo es aún incierto, contemplamos investigaciones que emplean los llamados *test de razonamiento espacial* para dar una interpretación al respecto, pero este tipo de resultados favorecen el carácter ponderado que se refleja en el contexto educativo únicamente como un factor de *medida*. Las investigaciones en matemática educativa requieren de marcos de referencia adecuados con los cuales estas interpretaciones puedan darse, sobre las investigaciones con relación al razonamiento espacial y al género se tienen: las que analizan las diferencias (cuantitativamente) por sexo, las que contemplan diferenciados rendimientos en matemáticas dado el razonamiento espacial (test), y en las que analizan las diferencias culturales para relacionarlas con el razonamiento espacial (sobre las interacciones dinámicas y estáticas). Encontramos que hablar de habilidades espaciales es relacionar directamente actividades como la rotación y búsqueda de patrones de comportamiento que nos ayuden a predecir estados futuros de objetos, o bien de movimientos.

En matemáticas el lenguaje simbólico proporciona otro medio para desarrollar una habilidad en el aprendizaje matemático, visto como una red conceptual interconectada que articula el papel del razonamiento espacial, y que en particular se relaciona, con el sentido de la ubicación y la agrupación de objetos (patrones).

■ Referencias bibliográficas

- Arrieta, M. (2003). Capacidad espacial y educación matemática: tres problemas para el futuro de la investigación. *Educación matemática*, 15(3), 57-76.
- Lowrie, T. & Jorgensen, Robyn. (2017). Equity and spatial reasoning: reducing the mathematical achievement gap in gender and social disadvantage. *Mathematics Education Research Group of Australasia* 30, 65-75.
- Mulligan, Joanne. (2015). Looking within and beyond the geometry curriculum: connecting spatial reasoning to mathematics learning. *ZDM Mathematics Education* 47, 511-517.
- Mulligan, J., Woolcott, G., Mitchelmore, M. & Davis, B. (2018). Connecting mathematics learning through spatial reasoning. *Mathematics Education Research Group of Australasia* 30, 77-87.
- Newcombe, N. (2010). Picture This. Increasing Math and Science Learning by Improving Spatial Thinking. *American Educator*, 29-43.
- Newcombe, N. (2013). Seeing Relationships. Using Spatial Thinking to Teach Science, Mathematics, and Social Studies. *American Educator*, 26-40.
- Reyes-Gasperini, D. (2016). *Empoderamiento docente y Socioepistemología. Un estudio sobre la transformación educativa en Matemáticas*, Barcelona, España: Gedisa.
- Spelke, E. (2005). Sex Differences in Intrinsic Aptitude for Mathematics and Science? A Critical Review. *American Psychologist*, 60(9), 950-958.