

ORIENTACIÓN ESPACIAL: UNA RUTA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE CENTRADA EN UBICACIONES Y TRAYECTORIAS

Jeimmy Catalina Zapateiro Segura¹⁰⁶, Soor Katharine Poloche Arango¹⁰⁷, Leonor Camargo Uribe¹⁰⁸

Resumen

El trabajo que presentamos en este reporte de investigación parte de la identificación de una problemática sobre los bajos desempeños en orientación espacial de la población colombiana. Este hecho afecta negativamente competencias tanto en aspectos académicos como en situaciones de la vida diaria. Dado que la orientación espacial hace parte del sentido espacial y es responsabilidad de la educación matemática contribuir a su desarrollo, centramos nuestro trabajo de grado de Licenciatura en Matemáticas en este componente esencial de la formación de niños y jóvenes.

El objetivo principal de la investigación fue la elaboración de una propuesta didáctica para favorecer el desarrollo de la orientación espacial, a través de juegos. Nos enfocamos en la enseñanza y el aprendizaje de ubicaciones y trayectorias, según los niveles de competencia sugeridos por Sarama y Clements (2009). Para elaborar la propuesta, construimos un conjunto de descriptores, con el fin de caracterizar desempeños en niveles de competencia específicos de la orientación espacial. Con relación a los descriptores diseñamos los juegos que componen la propuesta didáctica. La metodología empleada para desarrollar la propuesta incluyó la planificación, la ejecución de pruebas piloto, la observación y la reflexión de la implementación.

Una de las conclusiones del trabajo, es que los juegos diseñados logran incentivar, desarrollar y fortalecer aspectos de la orientación espacial. Su implementación potencia en los estudiantes las competencias necesarias para establecer sistemas de referencia, inicialmente a partir de la ubicación de sí mismos y sus movimientos, para luego usar otros puntos de referencia representados en mapas y coordenadas. Con el conjunto de descriptores y los juegos, ofrecemos una opción para el aula de matemáticas que busca favorecer el desarrollo de la competencia orientación espacial en los estudiantes.

Palabras claves: Pensamiento espacial, niveles de competencia, propuesta didáctica, posición, localización, dirección, sistemas de referencia.

Abstract

¹⁰⁶ Estudiante. Licenciatura en Matemáticas. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. E-mail: dma_jzapateiro413@pedagogica.edu.co

¹⁰⁷ Estudiante. Licenciatura en Matemáticas. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. E-mail: dma_spoloche014@pedagogica.edu.co

¹⁰⁸ Profesora. Departamento de Matemáticas. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. Doctora en Didáctica de las Matemáticas. E-mail: lcamargo@pedagogica.edu.co

The work presented in this research report begins with identifying problems about low performance in spatial orientation of the Colombian population. This adversely affects both academic skills and aspects of everyday life situations. Since the spatial orientation is part of spatial sense and is the responsibility of mathematics education contribute to its development, we focus our work for graduation in Bachelor of Mathematics in this essential component of the education of children and youth.

The main objective of the research was the development a didactic proposal to encourage the development of spatial orientation, through games. We focus on teaching and learning for locations and trajectories, according to proficiency levels suggested by Sarama and Clements (2009). In preparing the proposal, we construct a set of descriptors, in order to characterize performance in specific competence levels of spatial orientation. With regard to the descriptors we elaborate games that make up the didactic proposal. The methodology used to develop the proposal included the planning, implementation of pilot tests, observation and reflection of implementation.

One of the conclusions of the study is that the elaborate games manage to encourage, develop and strengthen aspects of spatial orientation. Its implementation encourages students the skills needed to establish reference systems, initially from the location of themselves and their movements, and then use other benchmarks represented on maps and coordinates. With the set of descriptors and games, we offer an option for the mathematics classroom that seeks to promote the development of spatial orientation competence in students.

Key words: Spatial thinking, competency levels, didactic proposal, position, localization, direction, reference systems.

Introducción

En el ámbito educativo, desde la educación básica primaria hasta los estudios superiores, y en la cotidianidad, se presentan una variedad de situaciones problema que, muy seguramente, con la ayuda de la geometría se pueden resolver. Desde este punto de vista, reviste gran importancia la enseñanza y el aprendizaje de esta área de las matemáticas, que abarca múltiples dimensiones. Una de ellas es la orientación espacial, la cual ha jugado un papel esencial desde el origen de la humanidad, y se asocia con la necesidad del individuo de ubicarse y moverse en el espacio para poder actuar en el entorno que lo rodea. La orientación espacial es, sin lugar a dudas una competencia fundamental, que contribuye a desarrollar el pensamiento matemático (Sarama y Clements, 2009; Arrieta, 2006).

En este reporte de investigación presentamos una propuesta de enseñanza y aprendizaje para favorecer el desarrollo de la orientación espacial, mediante la utilización de los juegos como su principal eje. Hacemos hincapié en la enseñanza y el aprendizaje de ubicaciones y trayectorias, vistas desde los distintos niveles de desempeño que conforman el desarrollo de la orientación espacial, sugeridos por

Sarama y Clements (2009). Inicialmente, esbozamos el problema de investigación, el cual se centra en los bajos desempeños en orientación espacial que hay en la población colombiana, cuya falta de su desarrollo está afectando negativamente competencias de las personas, tanto en aspectos académicos como en situaciones de la vida diaria. Seguidamente, exponemos de manera muy general la propuesta para promover el desarrollo de la orientación espacial mediante el juego, y cada una de las fases llevadas a cabo en la elaboración de la misma. Posteriormente, presentamos algunos aportes con relación a los aspectos de la orientación espacial que permiten desarrollar los juegos de nuestra propuesta. Finalmente, exponemos las principales contribuciones del trabajo realizado.

Problema de investigación

En la actualidad, la educación matemática se ha convertido en un reto, puesto que los niveles de competencia en matemáticas alcanzados por los estudiantes no son los mejores. Al revisar los resultados de las pruebas PISA 2012, verificamos que en promedio los estudiantes del país han ocupado los últimos puestos en esta prueba, razón por la cual nos dimos la tarea de indagar sobre el tipo de competencias matemáticas que allí se evalúan. Encontramos que una de estas competencias está relacionada con el espacio y la forma, la cual incluye actividades propias de la orientación espacial, como por ejemplo la elaboración y lectura de mapas, en donde los estudiantes no tuvieron buenos resultados.

Los bajos desempeños en orientación espacial, no solamente afectan el área de matemáticas. También han influido negativamente en otras áreas de conocimiento y en la vida diaria. Por ejemplo, en ciencias sociales, según Rodríguez (2011), es común encontrar en la clase de geografía, niños con dificultades para elaborar mapas, planos o croquis de su espacio vivido e incluso, trazar una ruta o el camino de su casa al colegio. Igualmente, hay estudiantes que tienen dificultades para localizar, situar puntos y orientar objetos en el plano.

A través de nuestra experiencia y haciendo una observación de lo que sucede en la sociedad, hemos identificado que hay personas que les es difícil ubicarse espacialmente. Por ejemplo, al buscar una dirección, en donde una simple localización de un lugar puede tornarse algo complejo, por fallas en ubicación espacial y en el manejo de coordenadas.

Estos inconvenientes en las actividades del diario vivir, revelan una falencia notable en orientación espacial. Está claro que hoy existen artefactos tecnológicos como el GPS (Global Position System) y los automóviles que se parquean solos, los cuales facilitan al ciudadano estas actividades, pero hay que comprender su funcionamiento para que sean útiles. Sin embargo la problemática no está totalmente resuelta y no se trata de cómo facilitar estas actividades, sino en cómo mejorar la orientación espacial, para que la sociedad sea más eficiente en campos cotidianos, educativos, profesionales y científicos.

Materiales y Métodos

El objetivo principal de la investigación consistió en la elaboración de una propuesta para favorecer el desarrollo de la competencia orientación espacial, centrada en la enseñanza y el aprendizaje de ubicaciones y trayectorias, a través de juegos.



Figura 1. Juego “caminando a ciegas”



Figura 2. Juego “Destino Saturno”



Figura 3. Juego “Perdido en Chiarezza”



Figura 4. Juego “Cazador”

La propuesta consta de cuatro juegos diferentes inspirados en el juego Ricochet Robots¹⁰⁹, en los que se busca planificar un tipo de trayecto eficiente, para desplazarse de un lugar a otro, según reglas para el movimiento y cambio de dirección. El primer juego “Caminando a ciegas” (Figura 1), se enfoca en promover la orientación espacial a partir de la ubicación y posición que ocupa el propio cuerpo, para ubicarnos y movernos. El segundo, “Destino Saturno” (Figura 2), se centra en la planificación de trayectos eficientes desde el punto de vista de otro observador. En el tercer juego “Perdido en Chiarezza” (Figura 3), se busca promover la creación y lectura de mapas para identificar ubicaciones y trayectorias. Finalmente, el cuarto juego “Cazador” (Figura 4), es pensado con el fin de promover el uso de coordenadas para localizar ubicaciones y describir trayectorias de forma más precisa. Cada uno de estos juegos comprende una serie de orientaciones didácticas para los docentes, con el fin de que los juegos tengan un impacto positivo en la enseñanza y el aprendizaje de la orientación espacial.

¹⁰⁹ Ricochet Robots es un juego de mesa, diseñado por Alex Randolph. Este juego fue publicado por primera vez en Alemania como Rasende Roboter, en el año 1999. Tres versiones fueron publicadas por Río Grande Juegos. La primera edición fue conocida como Ricochet Robot, la cual era idéntica a la versión Rasende Roboter; la segunda fue llamada como Ricochet Robots. Esta presentó algunas modificaciones con respecto a las anteriores versiones. La tercera y actual edición todavía se llama Ricochet Robots. Es igual a la versión alemana, excepto que añade una ficha extra de juego. Tomado de Wikipedia (2016), *The Free Encyclopedia*. California, EU: Wikimedia Foundation Inc., https://en.wikipedia.org/wiki/Ricochet_Robot

Para elaborar la propuesta, inicialmente hicimos un estudio de investigaciones acerca de la orientación espacial y sus etapas de desarrollo, además sobre el uso del juego como recurso didáctico para la enseñanza y el aprendizaje. Con ello construimos el marco de referencia, el cual se constituyó como el pilar para elaborar la propuesta a la luz de la problemática. El desarrollo de la propuesta se conformó de la construcción de un conjunto de descriptores (Tabla 1), basados en los cuatro niveles de competencia sugeridos por Sarama y Clements (2009), para caracterizar el aprendizaje de la orientación espacial. Estos niveles hacen mención a la ubicación espacial y las trayectorias intuitivas, la organización espacial, los modelos y mapas, las coordenadas y la estructuración espacial. A medida que se avanza de un nivel a otro se presenta una mayor exigencia cognitiva, que implica las competencias de los niveles anteriores. La propuesta de descriptores, es una alternativa a la manera de cómo están contruidos los aspectos de la orientación espacial en los currículos colombianos, ya que en ellos no vemos una secuencia clara.

Con base en los descriptores, desarrollamos la propuesta de juegos, teniendo en cuenta que fomentaran habilidades de acuerdo a cada nivel. Para generar la propuesta de juegos, se siguieron varias fases: la planificación, el desarrollo de pruebas piloto, la observación y la reflexión de la implementación. Las pruebas piloto se efectuaron con estudiantes de grados tercero y quinto de primaria, de la Escuela Normal Superior Distrital María Montessori, sede A, ubicada en la localidad 15-Antonio Nariño de Bogotá.

Tabla 1

Propuesta de descriptores para cada nivel de competencia de la orientación espacial

Nivel de Competencia	Descriptores
Ubicación espacial y trayectoria intuitiva	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de claves internas sensoriomotrices, construidas con base en la posición personal e intuiciones de distancia y dirección, para ubicar objetos, personas o lugares. • Construcción de evocaciones mentales, con base en claves internas sensoriomotrices para retener ubicaciones y trayectorias. • Construcción de claves externas, mediante objetos familiares del medio ambiente cercano o a la vista, para ubicarse y reproducir trayectorias. • Uso de claves externas, construidas con base en la posición personal e intuiciones de distancia y dirección, para integrar ubicaciones a partir de relaciones de cerradura, conectividad y continuidad.

**Organización
espacial**

- Representación gestual, principalmente con las manos para representar ubicaciones y direcciones de movimiento.
- Construcción de claves externas, constituidas por objetos familiares o no familiares, que están o no a la vista, para ubicar objetos, personas o lugares, reproducir trayectorias y planear rutas eficientes.
- Uso de sistemas de referencia concretos, construidos mediante un conjunto de claves externas independientes de la posición personal para ubicar objetos personas o lugares y describir trayectorias.
- Construcción de imágenes mentales, con base en claves externas para identificar y describir ubicaciones y trayectorias.
- Representación icónica de ubicaciones y trayectorias sin tener en cuenta escalas.
- Planificación de rutas eficientes en situaciones que implican ubicaciones que están o no a la vista.
- Localización de ubicaciones y planificación de trayectorias mediante el uso de mapas icónicos.

**Modelos
y mapas**

- Uso de sistemas de referencia representacionales, a partir de modelos y escalas para ubicar objetos o lugares y describir o planificar trayectorias eficientes.
 - Uso de correspondencia geométrica (congruencia y semejanza) entre mapas o modelos a escala y el espacio real, para identificar ubicaciones de objetos o lugares y describir trayectorias.
 - Creación de representaciones a escala, para establecer relaciones de distancia, de ubicaciones de objetos o lugares y trayectorias. (Primer nivel de matematización).
 - Uso de símbolos para representar el espacio real en modelos.
 - Localización de ubicaciones y planificación de trayectorias mediante el uso de mapas a escala.
-

**Coordenadas
y
estructuración
espacial**

- Uso de sistemas de coordenadas euclídeas o polares para representar y describir ubicaciones y trayectorias.
- Planificación de trayectorias eficientes en sistemas de coordenadas euclídeas o polares, con base en relaciones de orden y distancia.
- Localización de ubicaciones y planificación de trayectorias en sistemas de coordenadas euclídeas o polares.

A partir de la observación y el análisis de los registros fotográficos, de video y de audio, recopilados durante la implementación de los juegos, elaboramos unas narraciones acerca de lo sucedido, con las cuales detectamos aspectos positivos respecto al desarrollo de la orientación espacial, y a los juegos como recurso didáctico.

Análisis y resultados

A continuación se relacionan en la Tabla 2 algunos de los hallazgos obtenidos del análisis de la implementación en cada uno de los juegos de la propuesta, en correspondencia con los descriptores que caracterizan cada uno de los niveles de competencia de la orientación espacial.

*Tabla 2
Aspectos de la orientación espacial que se desarrollaron a través de los juegos*

Juego	Aspectos de la orientación espacial
Caminando a ciegas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desarrollo de habilidades simbólicas. ✓ Construcción y uso de claves externas con base en la posición personal. ✓ Uso de relaciones topológicas. ✓ Codificación de trayectos. ✓ Uso de la memoria perceptiva.
Destino Saturno	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Localización de objetos. ✓ Planeación y ejecución de trayectos eficientes. ✓ Construcción y uso de claves externas independientes de la posición personal. ✓ Descripción de ubicaciones y trayectos desde el punto de vista de otro observador.
Perdido en Chiarezza	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Uso de la correspondencia geométrica para localizar objetos y hacer recorridos. ✓ Planeación y ejecución de trayectos eficientes. ✓ Creación de representaciones a menor escala. ✓ Descripción de trayectos y ubicaciones a partir de un modelo o mapa a escala.

Cazador	<ul style="list-style-type: none">✓ Identificación de pares ordenados.✓ Localización de ubicaciones en un sistema cartesiano de coordenadas.✓ Descripción de trayectos mediante un sistema cartesiano de coordenadas.
----------------	---

De acuerdo a los resultados obtenidos, evidenciamos que los juegos diseñados aportan en gran medida a desempeños de la orientación espacial. En cada uno de ellos, se destacan las habilidades referentes a los descriptores para cada nivel de la competencia.

Por otra parte, identificamos que los cuatro juegos de la propuesta, despiertan el interés y la motivación de los estudiantes, además les aportan al desarrollo integral, emocional y social.

Conclusiones

Con el trabajo se logró construir una propuesta para la enseñanza y el aprendizaje de la orientación espacial, centrada en ubicaciones y trayectorias. La revisión bibliográfica llevó a reconocer que la orientación espacial es fundamental, puesto que es vital e influye en la vida cotidiana, académica y profesional de las personas. Razón por la cual, es importante que se desarrolle desde muy temprana edad. Como señalamos al presentar la problemática que dio lugar al trabajo de grado, se ve necesaria la realización de propuestas que mitiguen las dificultades señaladas, e investigaciones que profundicen en este campo de la geometría, puesto que durante la revisión documental, observamos que hay pocos referentes en Colombia sobre la enseñanza y el aprendizaje de la orientación espacial. La propuesta sugerida es un aporte, aunque hace falta una validación más cuidadosa, la cual estaba fuera del alcance de este trabajo.

Con base en el marco teórico, se logró construir un conjunto de descriptores asociados a ubicaciones y trayectorias, para caracterizar desempeños, en un nivel de competencia específico de la orientación espacial. Este marco se constituyó en una base fundamental para diseñar los cuatro juegos de la propuesta de enseñanza y aprendizaje. Este es un aporte que debe ser objeto de futuras revisiones y presentación a la comunidad para su validación.

Mediante los juegos se observó que los estudiantes se motivan, entusiasman, divierten, y mejor aún, aprenden mediante la exploración, la comunicación y discusión de ideas, y el razonamiento que implica cada una de las situaciones que se despliegan. Comúnmente en clases tradicionales, el recurso para enseñar es el tablero, el texto o las guías escritas. Aunque estas permiten que el estudiante aprenda, muy probablemente no les brindan la misma oportunidad de desarrollar competencias que les permita desenvolverse con éxito en la vida. Los juegos pueden ser reconocidos por los estudiantes como parte de

su realidad y les permite desarrollar habilidades motrices, el espíritu competitivo, la creatividad, fomenta la interacción, la participación y las ganas de aprender.

Bibliografía

- Arrieta, M. (2006). La capacidad espacial en la educación matemática: estructura y medida. *Educación Matemática*, 18(1), 99-132. Recuperado de la base de datos Redalyc.
- Camargo, L. (2011). El legado de Piaget a la didáctica de la Geometría. *Revista Colombiana de Educación*, (60), 41-60. Recuperado de la base de datos Redalyc.
- Chamoso, J., Durán, J., García, J., Lalandá, J., y Rodríguez, M. (2004). Análisis y experimentación de juegos como instrumentos para enseñar matemáticas. *Suma: Revista sobre la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas*, (47), 47-58. Recuperado de <http://revistasuma.es/IMG/pdf/47/047-058.pdf>
- Gonzato, M., Fernández, T., y Díaz, J. (2011). Tareas para el desarrollo de habilidades de visualización y orientación espacial. *Números: Revista de didáctica de las matemáticas*, 77, 99-117. Recuperado de la base de datos Dialnet.
- Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos Curriculares en Matemáticas*. Bogotá, Colombia: Gaia.
- OCDE. (2014). *Resultados de PISA 2012 en Foco: Lo que los alumnos saben a los 15 años de edad y lo que pueden hacer con lo que saben*. Recuperado de http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA2012_Overview_ESP-FINAL.pdf
- OCDE. (2013). *Marcos y pruebas de evaluación de PISA 2012*. Recuperado de <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa2012/marcopisa2012.pdf?documentId=0901e72b8177328d>
- Rodríguez, A.R., (2011). *Geografía Conceptual: Enseñanza y aprendizaje de la geografía en la educación básica secundaria*. Bogotá, Colombia: Grupo Geopaidea.
- Sarama, J., y Clements, D. (2009). *Early Childhood Mathematics Education Research: Learning Trajectories for Young Children*. New York. USA: Routledge.