



El sentido espacial en el currículo de Matemáticas de secundaria en Costa Rica

Spatial Sense in the Secondary Mathematics Curriculum in Costa Rica

Volumen 26, Número 2

Mayo - Agosto

pp. 1-37

Carlos Monge Madriz
Zuleyka Suárez Valdés-Ayala
Randall Blanco Benamburg
Rafael Ramírez Uclés
Carlos Guillén Pérez

Citar este documento según modelo APA

Monge Madriz, Carlos., Valdés-Ayala, Zuleyka Suárez., Blanco Benamburg, Randall., Ramírez Uclés, Rafael., y Guillén Pérez, Carlos (2026). El sentido espacial en el currículo de Matemáticas de secundaria en Costa Rica. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 26(2), 1-37. <https://doi.org/10.15517/8fcgnr15>

El sentido espacial en el currículo de Matemáticas de secundaria en Costa Rica

Spatial Sense in the Secondary Mathematics Curriculum in Costa Rica

Carlos Monge Madriz*
Zuleyka Suárez Valdés-Ayala
Randall Blanco Benamburg
Rafael Ramírez Uclés
Carlos Guillén Pérez

Resumen: El sentido espacial constituye una capacidad esencial para la comprensión geométrica y el desarrollo del pensamiento matemático. En los últimos años ha adquirido mayor relevancia en los programas de estudio de matemáticas, al reconocerse su papel en la formación integral del pensamiento geométrico. Este artículo analiza el currículo costarricense de Matemáticas para secundaria desde la perspectiva del sentido espacial, con el propósito de identificar cómo se integran sus dimensiones y qué énfasis reciben a lo largo de los niveles educativos. Durante el año 2024 se realizó una investigación cualitativa, de tipo documental y descriptivo, mediante análisis de contenido de las habilidades específicas de aprendizaje establecidas en el programa oficial de Matemáticas del Ministerio de Educación Pública de Costa Rica. Las unidades de análisis correspondieron a dichas habilidades de aprendizaje, codificadas según dos componentes principales del sentido espacial: manejo de conceptos geométricos y habilidades de visualización. Los hallazgos evidencian una distribución desigual de las dimensiones del sentido espacial en el currículo. Predominan las habilidades de aprendizaje relacionadas con las propiedades de las formas y figuras, y con la percepción figura-contexto, mientras que las vinculadas con ubicaciones o movimientos, o la conservación de la percepción presentan menor presencia. El currículo costarricense reconoce el sentido espacial como finalidad del aprendizaje geométrico, aunque su concreción resulta fragmentada. Se recomienda fortalecer las dimensiones dinámicas y visuales de la geometría para favorecer un desarrollo más equilibrado del sentido espacial y orientar futuras revisiones curriculares y prácticas docentes.

Palabras clave: geometría, plan de estudios, educación matemática, sentido espacial

Abstract: Spatial sense is an essential capacity for geometric understanding and the development of mathematical thinking. In recent years, it has gained increasing relevance in mathematics curricula, as its role in the comprehensive formation of geometric thinking has been recognized. This article analyzes the Costa Rican secondary school mathematics curriculum from the perspective of spatial sense, with the purpose of identifying how its dimensions are integrated and what emphasis they receive across educational levels. In 2024, a qualitative, documentary, and descriptive study was conducted through content analysis of the learning skills established in the official Mathematics curriculum of the Costa Rican Ministry of Public Education. The units of analysis corresponded to these learning skills, coded according to two main components of spatial sense: the management of geometric concepts and visualization skills. The findings reveal an uneven distribution of spatial sense dimensions in the curriculum. Learning skills related to the properties of shapes and figures and to figure-ground perception predominate, whereas those linked to locations and movements or the conservation of perception are less represented. The Costa Rican curriculum acknowledges spatial sense as a goal of geometric learning, although its implementation appears fragmented. It is recommended to strengthen the dynamic and visual dimensions of geometry to promote a more balanced development of spatial sense and to guide future curricular revisions and teaching practices.

Key Words: geometry, curriculum, mathematics education, spatial sense

* Información de las personas autoras al final del artículo

Dirección electrónica de contacto: camonge@itcr.ac.cr

Artículo recibido: 28 de octubre, 2025

Enviado a corrección: 26 de enero, 2026

Aprobado: 2 de marzo, 2026

1. Introducción

El razonamiento espacial y las habilidades que este involucra son fundamentales tanto para la vida cotidiana como para el desarrollo del pensamiento humano (Whiteley et al., 2015). Estas habilidades permiten organizar objetos en un espacio determinado, leer mapas y orientarse en el entorno, utilizar adecuadamente herramientas o realizar diagramas y dibujos; además, contribuyen a la autonomía y a la resolución de problemas del entorno (French, 2004; Newcombe, 2010; Uttal et al., 2013; Wai et al., 2009). También, se reconocen como importantes predictoras del éxito en áreas como matemáticas, ciencias, ingeniería y tecnología (STEM) debido a su estrecha relación con el pensamiento lógico abstracto y visual (Newcombe, 2010; Uttal et al., 2013). Incluso, se ha determinado que su peso predictivo es igual o superior al del razonamiento verbal o matemático (Wai et al., 2009). Sin embargo, estas capacidades no se desarrollan de manera espontánea. Algunas personas mantienen concepciones débiles de las dimensiones o del espacio y enfrentan situaciones espaciales con estrategias poco elaboradas. Tales deficiencias suelen atribuirse a la falta de una educación adecuada y tienden a mejorar mediante propuestas de enseñanza que incorporan tareas y herramientas tecnológicas apropiadas (Jones y Tzekaki, 2016).

Considerando que las habilidades espaciales son maleables (Uttal et al., 2013) y que influyen de manera significativa en el aprendizaje científico y tecnológico (Wai et al., 2009), resulta esencial promover su desarrollo de forma intencionada desde los procesos educativos. No obstante, estas capacidades no siempre han sido identificadas ni abordadas explícitamente en el ámbito escolar (Bufasi et al., 2024; Pinilla, 2024). Durante décadas, los enfoques curriculares han priorizado competencias lectoras o científicas, descuidando el desarrollo sistemático del pensamiento espacial (Uttal et al., 2013). En respuesta a esta situación, algunos programas de estudio —como el estadounidense (*National Council of Teachers of Mathematics* [NCTM], 2000), el español (Ministerio de Educación y Formación Profesional [MEFP], 2022) y el costarricense (Ministerio de Educación Pública [MEP], 2012)— han comenzado a incorporar el fortalecimiento de las habilidades espaciales a través de la enseñanza de la geometría. En este contexto, ha cobrado fuerza el concepto de sentido espacial, entendido como una finalidad del aprendizaje geométrico que integra diversas habilidades vinculadas con la percepción, la visualización, la orientación y el razonamiento en el espacio (Flores et al., 2015).

La literatura internacional sobre el sentido espacial se ha centrado principalmente en investigar su relación con el desarrollo cognitivo (tanto en el estudiantado como en el

profesorado), su entrenamiento mediante intervenciones específicas, su impacto en el desempeño académico y su presencia en evaluaciones escritas (Elvas, 2024; Elvas y Ramírez, 2025; Fernández y Mora, 2024; Monge, 2021; Mora, 2025; Roura y Ramírez, 2021). Estos estudios han contribuido a una mejor comprensión de los procesos cognitivos asociados al sentido espacial en el estudiantado y el profesorado; sin embargo, han prestado menor atención al currículo como espacio donde se define y orienta su desarrollo.

A nivel curricular, documentos internacionales como los *Principles and Standards for School Mathematics* del NCTM (2000) han abogado por el desarrollo explícito de la visualización y el sentido espacial a lo largo de toda la escolaridad, impulsando una transformación de la enseñanza geométrica más allá del enfoque tradicional centrado en axiomas y demostraciones.

En años recientes, distintos estudios han analizado la representación del razonamiento y las habilidades espaciales en currículos de varios países. Pinilla (2024) identificó que, en el currículo estadounidense de primaria, la mayoría de las habilidades espaciales se encuentran implícitas en los estándares, lo que limita su tratamiento si el profesorado no posee la formación necesaria para reconocerlas. En Indonesia, Husni (2025) evidenció que un currículo con un enfoque más flexible y exploratorio, como el Merdeka, favorece un mejor desempeño espacial del estudiantado. De forma similar, Đokić y Vorkapić (2024) señalaron que los currículos preescolares en Serbia no promueven sistemáticamente el desarrollo espacial, mientras que Guncaga et al. (2020) encontraron en Hungría y Eslovaquia un reconocimiento de la visualización geométrica, aunque sin una progresión clara entre niveles educativos. En conjunto, estos resultados destacan la influencia directa del diseño curricular en el fortalecimiento —o la ausencia— del sentido espacial en la enseñanza de la geometría.

A pesar de estos aportes, el análisis del currículo intencionado —es decir, de los documentos oficiales que establecen lo que debe enseñarse— continúa siendo un campo poco explorado (Santos y Cai, 2016). En el caso de Costa Rica, no se han identificado estudios que analicen el currículo de Matemática de secundaria desde la perspectiva del sentido espacial, lo cual refuerza la pertinencia de la investigación presentada en este artículo. Dado que el sentido espacial se desarrolla, en gran medida, a partir de las oportunidades que ofrece el currículo, resulta necesario examinar cómo este programa de estudios para secundaria organiza y define los aprendizajes esperados en geometría.

Los programas de estudio de Matemáticas del MEP (2012) se estructuran en cuatro ciclos educativos —dos de primaria y dos de secundaria— y organizan sus contenidos en cinco

áreas: Números, Relaciones y Álgebra, Medidas, Estadística y Probabilidad, y Geometría. En cada área se formulan habilidades específicas de aprendizaje, entendidas como las capacidades que el estudiantado debe desarrollar y demostrar al finalizar cada nivel educativo.

El MEP (2012) define el área de Geometría como el estudio de “las características de las figuras geométricas y las relaciones entre ellas, la modelización geométrica y la visualización espacial, que permiten potenciar los procesos de visualización, clasificación, construcción y argumentación. Se desea subrayar el movimiento de las formas geométricas” (p. 21). Esta definición refleja con claridad las dimensiones del sentido espacial: las características y relaciones remiten al componente de conceptos geométricos, el movimiento de las formas al componente dinámico del espacio, y la visualización espacial a las habilidades de visualización que posibilitan representar y manipular objetos geométricos mentalmente.

En concordancia, Monge (2021) sostiene que los programas de Matemática del MEP promueven una visión funcional de la geometría, en la que el desarrollo del sentido espacial constituye una finalidad central del aprendizaje. Este enfoque se aparta de la enseñanza tradicional centrada en la memorización de fórmulas y algoritmos, y favorece la visualización, identificación y manipulación de objetos geométricos, tal como lo plantea el propio programa al enfatizar la necesidad de “darle mayor presencia al sentido espacial” (MEP, 2012, p. 52).

En conjunto, los fragmentos citados evidencian que el currículo costarricense reconoce explícitamente componentes del sentido espacial en el área de Geometría. Sin embargo, la forma en que estos elementos se integran a lo largo de los distintos niveles educativos, así como su coherencia y profundidad requieren un análisis más sistemático. En particular, este estudio busca responder a las siguientes preguntas de investigación: ¿cómo se manifiestan las distintas dimensiones del sentido espacial en las habilidades específicas de aprendizaje dentro del programa costarricense de Matemáticas para secundaria?, ¿con qué frecuencia se manifiestan estas dimensiones en los diferentes niveles de secundaria y qué evolución se evidencia en su distribución a lo largo del currículo?

Por tanto, el objetivo de esta investigación es caracterizar la presencia del sentido espacial en el currículo de Matemática de secundaria vigente en Costa Rica, mediante el aporte de evidencia sobre cómo se manifiestan —de manera explícita o implícita— los componentes del sentido espacial en los programas oficiales.

La caracterización del sentido espacial en el currículo aporta información relevante para el profesorado, pues le permitiría detectar focos de interés y debilidades que deben ser

atendidas con un abordaje didáctico y una perspectiva longitudinal de la enseñanza de la geometría durante la educación secundaria.

2. Referentes teóricos

2.1. El concepto del sentido espacial

No existe un consenso en la literatura sobre una definición unificada que integre de manera clara y coherente los aspectos que conforman el sentido espacial y las habilidades que este implica (Guzel y Sener, 2010; Ihsan y Yildiz, 2019; Kosa y Karakus, 2018; Monge, 2021; Ünal et al., 2009). A pesar de esta diversidad de enfoques, el concepto de sentido espacial tiene sus raíces en los estándares curriculares norteamericanos, particularmente en el documento *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*, publicado por el *National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)* en 1989. En dicho documento, el sentido espacial aparece por primera vez de forma explícita como uno de los aspectos centrales que debe desarrollarse en el eje de geometría, dentro del Estándar 7, al señalar que el estudiantado debe “desarrollar y aplicar un sentido espacial” (NCTM, 1989, p. 48) como una competencia fundamental para interpretar, representar y razonar sobre el mundo que los rodea.

Este enfoque fue posteriormente retomado y fortalecido en el documento *Principles and Standards for School Mathematics (NCTM, 2000)*, donde se define el sentido espacial como “una intuición sobre las formas del entorno y sobre las ubicaciones relativas de los objetos, así como la capacidad para visualizar y manipular mentalmente esos objetos” (p. 41). Esta definición pone en evidencia que el sentido espacial no se limita al reconocimiento visual, sino que implica procesos mentales complejos como la rotación, la transformación, la descomposición y la reconstrucción de figuras tanto en contextos abstractos como en situaciones del entorno cotidiano.

Para esta investigación se consideró la definición de sentido espacial propuesta por Flores et al. (2015): “modo intuitivo de entender el plano y el espacio, para identificar cuerpos, formas y sus representaciones, que implica manejar relaciones y conceptos de geometría de forma no convencional, incluyendo la habilidad para reconocer, visualizar, representar y transformar formas geométricas” (pp. 129-130). Estas personas autoras entienden el sentido espacial como la finalidad del aprendizaje geométrico, al considerar que el estudiantado debe articular los aspectos teóricos de la geometría formal con destrezas que permitan visualizarlos y aplicarlos de manera flexible. Según Elvas y Ramírez (2025), este enfoque plantea una

orientación práctica que promueve la aplicación del conocimiento geométrico en la resolución de situaciones cotidianas, otorgándole así un carácter funcional.

2.2. Dimensiones o componentes del sentido espacial

Flores et al. (2015) manifiestan que aprender sobre objetos geométricos debe ir de la mano de destrezas que “permiten ubicarlos en el espacio, percibirlos y representarlos de diversas formas.” (p. 130). Por lo anterior, definen dos componentes del sentido espacial: el manejo de conceptos geométricos y las destrezas para visualizarlos.

2.2.1. Conceptos geométricos

Según Flores et al. (2015), la dimensión de conceptos geométricos, que abarca todo el conocimiento teórico geométrico, está dividida en tres subcomponentes. En primer lugar, las propiedades de las formas y figuras, que incluye la capacidad de representar formas, construirlas o dibujarlas, formular descripciones de sus propiedades e, incluso, proponer contraejemplos que permitan afinar su caracterización. En segundo lugar, las relaciones geométricas que se centran en el reconocimiento y análisis de atributos formales de las figuras geométricas, incluidas nociones como simetría, congruencia, equivalencia y otras propiedades que permiten su clasificación, comparación o diferenciación estructural dentro de un sistema geométrico. En tercer lugar, las ubicaciones y movimientos, esta dimensión promueve una comprensión geométrica dinámica, en la que el estudiantado debe ser capaz de localizar objetos en el espacio, interpretar sus relaciones de posición y anticipar los efectos de transformaciones como traslaciones, rotaciones o simetrías.

2.2.2. Destrezas de visualización

Flores et al. (2015) indican que “los alumnos deben localizar y descubrir relaciones espaciales en los elementos que componen su entorno” (p. 132). Asimismo, conciben la visualización como una componente transversal que fortalece los tres subcomponentes del componente de conceptos geométricos del sentido espacial: (1) propiedades de las formas y figuras, (2) relaciones geométricas y (3) ubicaciones y movimientos. Para describir la visualización utilizan el marco teórico de Gutiérrez (1996), que resalta las imágenes mentales, las representaciones externas, los procesos de visualización y las habilidades de visualización como conceptos importantes que permiten componer la visualización espacial.

La visualización integra imágenes, procesos y habilidades que permiten producir, analizar y transformar información visual sobre objetos geométricos (Gutiérrez, 2006; NCTM, 2000; Tiwari et al., 2021). Constituye un proceso esencial para el pensamiento geométrico al posibilitar interpretar, comunicar y resolver problemas espaciales.

Las imágenes mentales constituyen representaciones visuales internas de conceptos, objetos o símbolos, generadas sin la presencia física del referente (Camargo, 2011; Segade, 2022). Estas se relacionan con las representaciones externas, entendidas como soportes visuales observables y manipulables que posibilitan construir, compartir y transformar dichas imágenes mentales (Goldin y Shteingold, 2001; Ortega y Pecharromán, 2015; Zhang, 1997). En conjunto, ambos tipos de representación intervienen en los procesos de visualización, entendidos como las acciones mentales y físicas que permiten interpretar, transformar o crear configuraciones espaciales (Serrano et al., 2018).

Del Grande (1990) indica que las habilidades de visualización abarcan la capacidad para generar, mantener y transformar mentalmente imágenes de objetos o situaciones geométricas y define siete específicas: i) percepción figura-contexto: permite distinguir elementos relevantes dentro de un contexto visual complejo; ii) percepción de las relaciones espaciales: alude a ubicar objetos entre sí, reconocer distancias y orientaciones; iii) percepción de la posición en el espacio: capacidad para relacionar la posición de un objeto respecto al propio cuerpo (arriba, abajo, delante, detrás); iv) coordinación ojo-motor: está relacionada con conectar la percepción visual con acciones físicas, como dibujar o manipular modelos; v) conservación de la percepción: permite identificar un objeto, aunque su forma, tamaño o perspectiva cambien; vi) discriminación visual: favorece el detectar similitudes y diferencias entre dos o varias figuras; y vii) memoria visual: habilidad para recordar y reproducir figuras o configuraciones vistas previamente.

Las dimensiones del sentido espacial descritas anteriormente —relacionadas con los conceptos geométricos y las destrezas para visualizarlos— no deben considerarse de forma aislada. Por el contrario, las propiedades de las formas y figuras, las relaciones geométricas, así como las ubicaciones y transformaciones espaciales deben integrarse de manera articulada y estar sustentadas por las habilidades de visualización que permiten percibir, interpretar y operar mentalmente con estos elementos de forma coherente (Flores et al., 2015).

3. Marco metodológico

3.1. Enfoque

La investigación se enmarca en un enfoque cualitativo, de tipo documental y descriptivo, dado que su propósito consiste en analizar el programa costarricense de Matemáticas desde la perspectiva del sentido espacial. Este tipo de estudio permite examinar un documento prescriptivo con el fin de identificar e interpretar significados que no siempre están explícitos en el discurso curricular. En concordancia con Hernández et al. (2010), los estudios descriptivos “son útiles para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación” (p. 80), lo cual respalda la pertinencia de este enfoque en relación con los objetivos planteados.

3.2. Unidades de análisis

El objeto de estudio correspondió al programa oficial de Matemática del MEP, aprobado por el Consejo Superior de Educación de Costa Rica en el año 2012. En particular, se examinó el eje de Geometría correspondiente a los niveles de secundaria, que abarcan tanto el tercer ciclo de la educación general básica como el ciclo diversificado. Las unidades de análisis fueron las habilidades específicas de aprendizaje establecidas en dicho programa, definidas como “una capacidad o un saber hacer en relación con un objeto matemático (concepto o procedimiento)” (MEP, 2012, p. 22). Asimismo, el documento precisa que “se podrían visualizar como objetivos curriculares específicos, aunque no de la manera propuesta por el conductismo” (p. 22). En total, se analizaron 56 habilidades de aprendizaje del tercer ciclo y 39 del ciclo diversificado, correspondientes al eje de Geometría.

En la Tabla 1 se presenta un ejemplo de cómo estas habilidades se agrupan según los conocimientos y se acompañan de indicaciones puntuales que orientan la enseñanza. Estas habilidades constituyen enunciados prescriptivos fundamentales para guiar la enseñanza de la geometría y, por ello, se consideraron las unidades de análisis de este estudio.

Tabla 1

Ejemplo de la estructura de conocimientos, habilidades e indicaciones puntuales en tres columnas para noveno año en los programas de estudio de matemáticas del MEP

Conocimientos	Habilidades específicas	Indicaciones puntuales
Triángulos Teorema de Pitágoras	1. Aplicar el teorema de Pitágoras en la resolución de problemas en diferentes contextos. 2. Encontrar la distancia entre dos puntos en el plano cartesiano, aplicando el teorema de Pitágoras.	Se puede proponer el siguiente problema: Diego necesita comprar una escalera para subirse al techo de su casa. El techo está a una altura de 97 pulgadas. Para poder tener una buena estabilidad en la escalera deben estar a una distancia de entre 30 y 40 pulgadas. ¿Cuál podría ser la medida aproximada de la escalera?

Fuente: Elaboración propia con información del MEP (2012, p.315)

Las variables estudiadas correspondieron a las componentes de las dimensiones del sentido espacial definidas en el marco teórico; a saber: propiedades de las formas y figuras, relaciones geométricas, ubicaciones y movimientos, y las siete habilidades de visualización propuestas por Del Grande (1990). Dada la ausencia en el currículo de imágenes y representaciones geométricas, para la componente de visualización, se decide únicamente analizar las habilidades de visualización requeridas. Estas variables fueron operacionalizadas a partir de definiciones teóricas y descriptores observables, lo cual permitió construir un sistema de categorías para el análisis del currículo.

3.3. Técnicas de recolección

La información se obtuvo mediante análisis documental: se tomó como fuente primaria el programa oficial de Matemática del MEP (2012). En particular, se extrajeron todas las habilidades específicas de aprendizaje correspondientes al eje de Geometría en los niveles de secundaria (séptimo a undécimo año).

3.4. Procesamiento de análisis

Para el análisis de los datos se seleccionó el método de análisis de contenido, definido por Rico (2013, p. 18) como "... un método para establecer y estudiar la diversidad de significados escolares de los conceptos y procedimientos de las matemáticas que aparecen en un texto (discurso del profesor, textos y producciones escolares para la detección de sesgos)."

Se siguieron las etapas del análisis de contenido propuestas por Fernández (2002). Se definieron las unidades de análisis, entendidas como los segmentos que se desea estudiar;

en este caso, se trató de las habilidades de aprendizaje esperadas en el eje de Geometría dentro del programa de estudios de matemáticas para tercer ciclo y ciclo diversificado.

Para cada unidad de análisis se identificaron también unidades de contexto, definidas por Fernández (2002) como “bases de sentido localizables dentro del texto” (p. 38). Estas correspondieron a frases, palabras o verbos clave que facilitaron la asignación a una categoría determinada.

El sistema de categorías se construyó en relación con las variables del estudio definidas en el marco teórico y se estableció inicialmente a priori (Marín y Noboa, 2013). Posteriormente, se realizó una prueba piloto en la que cada persona investigadora clasificó de forma independiente un conjunto de unidades de análisis, y las coincidencias y discrepancias observadas permitieron refinar el sistema, que se consolidó posteriormente (Díaz, 2018). Para garantizar su calidad, se procuró que las categorías fueran pertinentes, exhaustivas, homogéneas y mutuamente excluyentes (Aigner, 1999). En correspondencia con las variables del marco teórico, se definieron como categorías de análisis las componentes del sentido espacial, organizadas en dos dimensiones principales: el manejo de conceptos geométricos, que comprende los conceptos, propiedades de las formas, relaciones geométricas y ubicaciones y movimientos; y las habilidades de visualización, que incluyen la coordinación ojo motor, la percepción figura–contexto, la conservación de la percepción, la percepción de la posición en el espacio, las relaciones espaciales, la discriminación y la memoria visual.

Una vez definido el sistema, se procedió a la codificación a través de la transformación de las unidades de análisis en unidades de registro. Se realizó una cuantificación de las frecuencias por categoría, lo que permitió registrar la cantidad de habilidades de aprendizaje esperadas asociadas a cada variable. El procesamiento de la información se llevó a cabo manualmente, sin utilizar un software especializado, mediante un proceso sistemático de lectura, codificación y categorización. Para asegurar la validez del proceso, cada persona investigadora realizó la codificación de manera individual y, en los casos de discrepancia, se organizaron sesiones de discusión hasta alcanzar el consenso (Cáceres, 2003; Díaz, 2018). Finalmente, se desarrolló el análisis cualitativo, cuyos resultados se presentan en la sección siguiente. Este procedimiento permitió no solo cuantificar la presencia de las dimensiones del sentido espacial, sino también interpretar la profundidad y el enfoque con que estas se integran en el currículo.

3.5. Proceso de categorización de habilidades de aprendizaje geométrico del currículo

Con el fin de precisar el procedimiento de aplicación del sistema de categorías descrito en el apartado anterior, el análisis del sentido espacial en el currículo de Matemáticas de secundaria se centró en las habilidades de aprendizaje esperadas del programa oficial del MEP. Para ello, se definió un procedimiento sistemático de categorización que permitió clasificar las habilidades de aprendizaje geométricas del currículo en función de los componentes del sentido espacial establecidos en el marco teórico del estudio.

En una primera etapa, se seleccionaron las habilidades de aprendizaje esperadas correspondientes a los ejes de geometría del tercer ciclo y la educación diversificada. Cada habilidad de aprendizaje esperada se consideró como unidad de análisis y fue examinada de manera detallada con el propósito de identificar las habilidades geométricas explícitas e implícitas que promovía.

Posteriormente, a partir de cada aprendizaje esperado, se extrajeron unidades de contexto relevantes, tales como los verbos de acción (por ejemplo, identificar, reconocer, describir, construir, entre otros) y los objetos matemáticos involucrados (por ejemplo, puntos, segmentos, rectas, planos o figuras geométricas, entre otros). Este proceso permitió aislar los elementos centrales de cada formulación curricular y facilitar su análisis desde la perspectiva del sentido espacial.

Con base en estas unidades de contexto, las habilidades de aprendizaje identificadas fueron clasificadas utilizando el sistema de categorías previamente definido en el marco teórico del estudio. Dicho sistema contempla dos grandes componentes del sentido espacial: (1) elementos geométricos y (2) habilidades de visualización. En el primero se consideran tres subcomponentes: (C1) propiedades de formas y figuras, (C2) relaciones geométricas y (C3) ubicación y movimientos. En el segundo se incluyen siete subcomponentes: (H1) coordinación ojo-motor, (H2) percepción figura-contexto, (H3) conservación de la percepción, (H4) percepción de las relaciones espaciales, (H5) discriminación visual, (H6) memoria visual y (H7) percepción de la posición en el espacio.

En el caso del subcomponente (C1) propiedades de formas y figuras, el sistema de categorías indica que se incluyen aquellas habilidades de aprendizaje cuyo foco principal es el reconocimiento, identificación o descripción de elementos geométricos, sin requerir el establecimiento explícito de relaciones formales entre ellos. Este subcomponente abarca habilidades que promueven, entre otros aspectos, la identificación de figuras por su nombre o

representación, el reconocimiento de sus características, la identificación de elementos constitutivos y la utilización directa de propiedades geométricas elementales.

Por ejemplo, una de las habilidades específicas de aprendizaje correspondientes a séptimo año constituye una unidad de análisis formulada de la siguiente manera: “Identificar en dibujos y objetos del entorno puntos, segmentos, rectas, semirrectas, rayos, planos, puntos colineales y no colineales, puntos coplanares y no coplanares” (MEP, 2012, p. 320) A partir de esta formulación, se procedió a la identificación de unidades de contexto que orientaran su categorización dentro del sistema definido.

En una primera instancia, se aisló el verbo de acción “identificar”, el cual indica el tipo de acción cognitiva promovida por el aprendizaje esperado y permite distinguir si la habilidad de aprendizaje esperada se orienta al reconocimiento, la relación, la transformación o la argumentación. En una segunda instancia, se identificaron los objetos geométricos involucrados, a saber: puntos, segmentos, rectas, semirrectas, rayos, planos, puntos colineales y no colineales, puntos coplanares y no coplanares, los cuales remiten a elementos básicos de la geometría plana y espacial.

Estas unidades de contexto fueron posteriormente contrastadas con los criterios establecidos en el sistema de categorías. Dado que la habilidad de aprendizaje analizada se centra en la identificación de elementos geométricos presentes en dibujos y objetos del entorno, y no demanda comparar, relacionar o transformar dichos elementos, se determinó su clasificación dentro del subcomponente (C1) propiedades de las formas y figuras, al responder a un proceso de reconocimiento y descripción de elementos geométricos.

En el caso de las habilidades de visualización espacial, la categorización se realizó tomando como referencia el sistema definido basándose en el marco teórico. En particular, el subcomponente “percepción figura–contexto” se define como la capacidad de reconocer una figura o elemento geométrico aisándolo del contexto gráfico en el que aparece, especialmente cuando se encuentra integrado, superpuesto o camuflado dentro de una estructura de mayor complejidad. En concordancia con el sistema de categorías elaborado, este subcomponente incluye habilidades de aprendizaje esperadas que estén relacionadas con la identificación de elementos geométricos dentro de configuraciones más amplias, la localización de figuras ocultas o solapadas, la completación de figuras, la identificación de distancias, medidas o ejes de simetría, así como la resolución de problemas que involucren el manejo de figuras en distintos contextos.

Desde esta perspectiva, la habilidad de aprendizaje “Identificar en dibujos y objetos del entorno puntos, segmentos, rectas, semirrectas, rayos, planos, puntos colineales y no colineales, puntos coplanares y no coplanares” (MEP, 2012, p. 320) fue analizada considerando el tipo de acción cognitiva y visual que demanda. El uso del verbo “identificar” y la referencia explícita a “dibujos y objetos del entorno” indican que la tarea central consiste en reconocer y aislar visualmente elementos geométricos inmersos en un contexto, separándolos perceptivamente del fondo o de otros elementos gráficos presentes.

Desde la perspectiva de la visualización espacial, la resolución de esta habilidad de aprendizaje implica discriminar visualmente puntos, segmentos o rectas dentro de una representación gráfica o de un objeto real, identificar relaciones espaciales básicas como colinealidad o coplanaridad a partir de la percepción, y distinguir elementos geométricos que no siempre se presentan de forma aislada o explícita. Dado que el énfasis de la habilidad de aprendizaje recae en la discriminación visual de elementos geométricos dentro de un contexto, y no en la comparación formal, la argumentación o la aplicación de propiedades geométricas, se determinó su clasificación dentro del subcomponente “percepción figura-contexto”.

En síntesis, el análisis de esta habilidad de aprendizaje permitió evidenciar que una misma formulación curricular puede activar distintos componentes del sentido espacial según el foco analítico considerado. En el componente “elementos geométricos”, dicha habilidad de aprendizaje esperada fue clasificada dentro del subcomponente “propiedades de las formas y figuras”, mientras que en el componente “habilidades de visualización”, fue clasificada dentro del subcomponente (H2) percepción figura-contexto. Este criterio de clasificación permitió analizar de manera diferenciada las dimensiones conceptuales y perceptivas del sentido espacial promovidas por el currículo, fortaleciendo la coherencia y consistencia del proceso analítico.

El proceso de categorización fue realizado de manera independiente por cada una de las personas investigadoras del proyecto. Posteriormente, se llevaron a cabo sesiones de discusión conjunta para comparar las clasificaciones realizadas, identificar coincidencias y analizar aquellas habilidades de aprendizaje esperadas cuya asignación generó discrepancias. Estas discrepancias fueron discutidas hasta alcanzar consenso, fortaleciendo la consistencia del análisis y reduciendo posibles sesgos individuales.

Este procedimiento permitió construir una clasificación sistemática y fundamentada de las habilidades geométricas de aprendizaje esperadas del currículo, proporcionando una base

sólida para el análisis del sentido espacial promovido por el programa de estudios de Matemáticas de secundaria en Costa Rica.

4. Resultados

El análisis del eje de Geometría en el programa costarricense de Matemática para secundaria permitió identificar la presencia de distintas dimensiones del sentido espacial en las habilidades de aprendizaje esperadas. Los resultados revelan patrones diferenciados por nivel educativo y componente, lo que ofrece un panorama del énfasis que se otorga —de forma explícita o implícita— a cada una de estas dimensiones a lo largo del currículo.

Más allá de la distribución porcentual, el análisis se centró en caracterizar el tipo de conocimiento geométrico y los procesos de visualización que cada habilidad de aprendizaje privilegia según su foco cognitivo predominante y los criterios definidos en el sistema de categorías. En este sentido, los porcentajes se interpretan como indicadores de tendencia y no como descriptores exhaustivos del tratamiento curricular. Cada conjunto de resultados se acompaña de ejemplos concretos de habilidades de aprendizaje que ilustran el proceso de clasificación, con el fin de explicitar cómo los criterios del sistema de categorías se operacionalizan en el análisis del currículo.

A continuación, se presentan las frecuencias de aparición de cada variable por nivel, seguidas de una descripción más detallada por componente del sentido espacial.

4.1. Componentes geométricos

Cada habilidad de aprendizaje fue clasificada en una única categoría (propiedades de las formas y figuras, relaciones geométricas o ubicaciones y movimientos). Esta decisión metodológica se fundamenta en el carácter mutuamente excluyente de estos subcomponentes dentro del sistema conceptual propuesto por Flores et al. (2015): cada habilidad de aprendizaje enfatiza un tipo predominante de conocimiento geométrico (descriptivo, relacional o transformacional), que constituye el eje central de su formulación. Asignar una misma habilidad a más de un subcomponente habría diluido la especificidad analítica del contenido curricular y generado ambigüedad en la cuantificación de frecuencias.

En la Tabla 2 se presenta la distribución de habilidades de aprendizaje esperadas que se vinculan con las tres dimensiones del componente de conceptos geométricos: propiedades de las formas y figuras, relaciones geométricas, y ubicaciones y movimientos. Los datos

corresponden a los niveles de séptimo, octavo y noveno año, que conforman el tercer ciclo del sistema educativo costarricense.

Tabla 2
Distribución absoluta y porcentual de las habilidades de aprendizaje por dimensiones del componente de conceptos geométricos en el currículo costarricense de Matemáticas de tercer ciclo

Nivel	Dimensión	Cantidad de habilidades de aprendizaje	Porcentaje
Séptimo año	Propiedades de las formas y figuras	15	68,2
	Relaciones geométricas	5	22,7
	Ubicación y movimientos	2	9,1
Octavo año	Propiedades de las formas y figuras	3	17,6
	Relaciones geométricas	9	53
	Ubicación y movimientos	5	29,4
Noveno año	Propiedades de las formas y figuras	10	58,8
	Relaciones geométricas	7	41,2
	Ubicación y movimientos	0	0

Fuente: Elaboración propia con base en el currículo de Matemáticas del MEP (2012)

Por ejemplo, la habilidad de aprendizaje esperada de octavo año “Identificar la base, las caras laterales, la altura, las apotemas y el ápice o cúspide de una pirámide” (MEP, 2012, p.314) se clasificó en la dimensión “propiedades de las formas y figuras”. Esta categorización se fundamenta en que la habilidad de aprendizaje se orienta al reconocimiento de los elementos que conforman una figura tridimensional, acción que corresponde a las operaciones descritas en esta categoría, tales como identificar elementos de una figura geométrica y brindar características de ella. Además, no requiere establecer relaciones entre diferentes figuras ni aplicar transformaciones geométricas, sino describir sus componentes de manera directa. Por tanto, refleja un tratamiento descriptivo del conocimiento geométrico, característico de esta dimensión del sentido espacial.

Los resultados permiten identificar ciertos cambios en el enfoque curricular a lo largo del ciclo. En séptimo año, el 68,2 % de las habilidades de aprendizaje se enfocan en las propiedades de las formas y figuras, lo cual refleja un énfasis marcado en los aspectos más estáticos y descriptivos de la geometría. Las relaciones geométricas (22,7 %) y los movimientos espaciales (9,1 %) ocupan un lugar claramente secundario.

En octavo año, se invierte parcialmente esta tendencia: el mayor porcentaje corresponde a las relaciones geométricas (53 %), seguidas por un incremento en la atención a las

ubicaciones y movimientos (29,4 %), mientras que las propiedades de las figuras disminuyen a un 17,6 %. Este cambio sugiere un giro hacia una geometría más estructural y dinámica.

Finalmente, en noveno año, se recupera el peso relativo de las propiedades de las formas (58,8 %), aunque con una presencia más balanceada respecto a las relaciones geométricas (41,2 %). Sin embargo, se observa una ausencia total de habilidades de aprendizaje relacionadas con la ubicación y el movimiento, lo cual representa un vacío importante en la continuidad del desarrollo del pensamiento espacial dinámico.

La Tabla 3 presenta la distribución de habilidades de aprendizaje vinculadas a las dimensiones del componente de conceptos geométricos en los niveles de décimo y undécimo año, correspondientes al ciclo diversificado.

Tabla 3
Distribución absoluta y porcentual de las habilidades de aprendizaje por dimensiones del componente de conceptos geométricos en el currículo costarricense de Matemáticas de ciclo diversificado

Nivel	Dimensión	Cantidad de habilidades de aprendizaje	Porcentaje
Décimo año	Propiedades de las formas y figuras	8	38,1
	Relaciones geométricas	11	52,4
	Ubicación y movimientos	2	9,5
Undécimo año	Propiedades de las formas y figuras	3	16,7
	Relaciones geométricas	4	22,2
	Ubicación y movimientos	11	61,1

Fuente: Elaboración propia con base en el currículo de Matemáticas del MEP (2012)

Por ejemplo, la habilidad de aprendizaje de undécimo año “Identificar elementos de las figuras geométricas que aparecen invariantes bajo reflexiones o rotaciones” (MEP, 2012, p. 395) se clasificó en la dimensión “Ubicación y movimientos”. Esta categorización se fundamenta en que la habilidad aborda aspectos dinámicos de la geometría, al requerir reconocer los elementos que permanecen constantes frente a transformaciones. Asimismo, se vincula con las operaciones descritas en esta categoría, tales como detectar elementos que varían o no al realizar un movimiento geométrico, reconocer o ejecutar movimientos como rotaciones y reflexiones, y examinar la simetría de las figuras. En este sentido, la habilidad refleja un tipo de razonamiento transformacional, característico de la dimensión ubicación y movimientos del sentido espacial.

En décimo año, más de la mitad de las habilidades de aprendizaje (52,4 %) se enfocan en el desarrollo de relaciones geométricas, mientras que un 38,1 % se vinculan con las propiedades de las formas y figuras. Las habilidades de aprendizaje relativas a ubicaciones y movimientos se mantienen en un nivel bajo (9,5 %), lo que indica que, en este nivel, el currículo

prioriza el establecimiento de relaciones geométricas por encima del análisis de transformaciones y aspectos dinámicos del espacio.

En undécimo año se observa un cambio sustancial en la orientación curricular. El 61,1 % de las habilidades de aprendizaje se clasifican en la dimensión de ubicación y movimientos, lo que constituye el porcentaje más alto registrado para esta dimensión en todo el currículo de educación secundaria. Paralelamente, las habilidades vinculadas a propiedades de las formas y figuras (16,7 %) y a relaciones geométricas (22,2 %) presentan una menor presencia relativa. Esta redistribución evidencia un desplazamiento del énfasis curricular hacia el tratamiento de la geometría desde una perspectiva dinámica y transformacional en el cierre del ciclo diversificado.

La Tabla 4 muestra el recuento total de habilidades de aprendizaje esperadas en cada uno de los tres subcomponentes del componente de conceptos geométricos, agrupadas por ciclo educativo: tercer ciclo y ciclo diversificado.

Tabla 4
Distribución absoluta y porcentual total de las habilidades de aprendizaje por ciclo y por dimensión del componente de conceptos geométricos en el currículo costarricense de Matemáticas

Nivel	Dimensión	Cantidad de habilidades de aprendizaje	Porcentaje
Tercer ciclo	Propiedades de las formas y figuras	28	50
	Relaciones geométricas	21	37,5
	Ubicación y movimientos	7	12,5
Ciclo diversificado	Propiedades de las formas y figuras	11	28,2
	Relaciones geométricas	15	38,5
	Ubicación y movimientos	13	33,3

Fuente: Elaboración propia con base en el currículo de Matemáticas del MEP (2012)

El análisis de los datos permite identificar un cambio progresivo en la distribución del énfasis curricular entre ambos ciclos educativos. En el tercer ciclo, la mitad de las habilidades de aprendizaje se concentran en la dimensión de propiedades de las formas y figuras, lo que evidencia un énfasis marcado en el reconocimiento y la descripción de elementos geométricos. Las relaciones geométricas presentan también una presencia significativa (37,5 %), mientras que la dimensión de ubicación y movimientos se encuentra claramente subrepresentada (12,5 %), lo que indica un tratamiento limitado de los aspectos dinámicos del pensamiento espacial en los niveles iniciales de la secundaria.

En contraste, el ciclo diversificado muestra una distribución más equilibrada entre las tres dimensiones. Aunque las relaciones geométricas siguen siendo las más representadas (38,5 %), las habilidades de aprendizaje relacionadas con ubicaciones y movimientos alcanzan un 33,3 %, que supera las propiedades de las formas (28,2 %). Esta redistribución sugiere un viraje hacia una visión más integrada y dinámica del pensamiento geométrico, posiblemente en preparación para tareas más complejas, contextualizadas o cercanas a la modelación matemática.

En términos globales, considerando todos los niveles de secundaria, el análisis muestra que un 41 % (39 de 95) de las habilidades de aprendizaje esperadas se orientan a las propiedades de las formas y figuras, un 37,9 % (36 de 95) a las relaciones geométricas y un 21,1 % (20 de 95) a las ubicaciones y movimientos. Estos datos evidencian una predominancia de los aspectos más estáticos del conocimiento geométrico en el currículo costarricense, mientras que las habilidades de aprendizaje relacionadas con la comprensión dinámica del espacio tienen una presencia proporcionalmente menor, aunque con mayor énfasis en los niveles superiores.

4.2. Habilidades de visualización

Para las habilidades de visualización se permitió la asignación múltiple, ya que estas no representan categorías excluyentes, sino procesos cognitivos simultáneos y complementarios que pueden activarse de manera concurrente en una misma tarea (Del Grande, 1990; Gutiérrez, 1996). Desde esta perspectiva, la visualización espacial no se concibe como un conjunto de habilidades independientes, sino como un entramado de procesos que pueden operar de manera conjunta en la resolución de una misma tarea. De esta forma, una misma habilidad de aprendizaje puede movilizar, por ejemplo, tanto la percepción figura–contexto como la conservación de la percepción o la coordinación ojo–motor, sin que ello implique redundancia analítica. Este criterio metodológico permitió evitar una lectura fragmentada de los procesos visuales involucrados, mantener la coherencia teórica de cada componente y obtener una representación más fiel de la complejidad del sentido espacial en el currículo. En coherencia con esta decisión metodológica, los porcentajes asociados a las habilidades de visualización se calcularon como porcentajes de presencia relativa, según el número de habilidades de aprendizaje en las que se manifiesta cada habilidad de visualización con respecto al total de habilidades de aprendizaje analizadas en cada ciclo educativo (56 habilidades de aprendizaje para tercer ciclo y 39 habilidades de aprendizaje para ciclo

diversificado), y no por nivel educativo, debido a que la asignación múltiple podría inducir a interpretaciones proporcionales erróneas, por lo que no constituyen proporciones excluyentes ni suman el 100 %. En la Tabla 5 se muestra la distribución de habilidades de aprendizaje por nivel del tercer ciclo por cada una de las siete habilidades de visualización estudiadas.

Tabla 5
Distribución absoluta y porcentual de las habilidades de aprendizaje del tercer ciclo por dimensión del componente de habilidades de visualización en el currículo costarricense de Matemáticas

Habilidad de visualización	Cantidad de habilidades de aprendizaje			
	Séptimo año	Octavo año	Noveno año	Total
Coordinación ojo motor	4	3	1	8
Percepción figura-contexto	14	11	9	34
Conservación de la percepción	2	9	6	17
Percepción de la posición en el espacio	8	9	6	23
Percepción de las relaciones espaciales	12	13	6	31
Discriminación visual	1	8	2	11
Memoria visual	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia con base en el currículo de Matemáticas del MEP (2012)

Por ejemplo, la habilidad de aprendizaje de noveno año “Identificar y calcular la apotema de pirámides rectas cuya base sea un cuadrado o un triángulo equilátero” (MEP, 2012, p. 319) se clasificó en las dimensiones percepción figura–contexto y conservación de la percepción. Esta doble categorización se justifica porque la tarea requiere, por un lado, reconocer y aislar elementos geométricos específicos (la apotema y las caras laterales) dentro de una estructura tridimensional más amplia, lo cual corresponde a la dimensión figura-contexto; y, por otro lado, mantener la comprensión de las propiedades invariantes de la figura al modificar su orientación o al representarla desde distintas perspectivas, lo que se vincula con la conservación de la percepción. Esto ilustra cómo una misma habilidad puede activar simultáneamente distintos procesos de visualización, atendiendo a demandas perceptivas diferenciadas.

Los resultados reflejan que en séptimo año se da una fuerte presencia de habilidades de aprendizaje vinculadas a la percepción figura-contexto (14) y a la percepción de las relaciones espaciales (12), lo cual sugiere una orientación hacia el reconocimiento de patrones visuales y las ubicaciones relativas entre objetos. Estas habilidades se asocian principalmente con tareas de identificación y organización visual en contextos gráficos. En cambio, habilidades de visualización como la coordinación ojo-motor (4), la conservación de la percepción (2) o la discriminación visual (1) aparecen en menor frecuencia.

En octavo año se mantienen como las habilidades de visualización más frecuentes aquellas asociadas a la percepción figura-contexto y relaciones espaciales. Sin embargo, se observa un incremento relevante en la conservación de la percepción (9) y la percepción de la posición en el espacio (9), lo que evidencia una mayor presencia de tareas que demandan manipulación mental de figuras y cambios de orientación espacial. La discriminación visual (8) adquiere también un mayor peso. Sin embargo, la coordinación ojo-motor continúa siendo escasa.

En noveno año, las habilidades de visualización se distribuyen de forma más uniforme. La percepción figura-contexto sigue siendo la más frecuente (9), pero la conservación de la percepción, la posición en el espacio y las relaciones espaciales también muestran una presencia significativa. Esta distribución sugiere una diversificación de los procesos de visualización implicados en las tareas propuestas en este nivel. La coordinación ojo-motor y discriminación visual se mantienen con baja frecuencia. En cuanto a la memoria visual, se observa que ninguna de las habilidades de aprendizaje esperadas analizadas la mencionan de forma explícita en los tres niveles del tercer ciclo.

En la Tabla 6 se presenta la misma distribución de habilidades de aprendizaje, pero para los niveles de décimo y undécimo que conforman el ciclo diversificado.

Tabla 6
Distribución absoluta y porcentual de las habilidades de aprendizaje del ciclo diversificado por dimensión del componente de habilidades de visualización en el currículo costarricense de Matemáticas

Habilidad de visualización	Cantidad de habilidades de aprendizaje		
	Décimo año	Undécimo año	Total
Coordinación ojo motor	5	10	15
Percepción figura-contexto	13	11	34
Conservación de la percepción	7	14	21
Percepción de la posición en el espacio	9	13	22
Percepción de las relaciones espaciales	6	14	20
Discriminación visual	2	14	16
Memoria visual	0	1	1

Fuente: Elaboración propia con base en el currículo de Matemáticas del MEP (2012)

Por ejemplo, la habilidad de aprendizaje décimo año “Determinar si una recta dada es secante, tangente o exterior a una circunferencia” (MEP, 2012, p. 386) se clasificó en las dimensiones percepción figura-contexto, percepción de la posición en el espacio y percepción de las relaciones espaciales. Esta triple categorización se fundamenta en que la habilidad demanda, en primer lugar, aislar la circunferencia y la recta dentro de una configuración geométrica para analizar su interacción, lo que corresponde a la dimensión figura-contexto; en

segundo lugar, comprender la ubicación y orientación de la recta con respecto a la figura, lo que implica procesos propios de la percepción de la posición en el espacio; y, finalmente, identificar la relación geométrica que se establece entre ambas (secante, tangente o exterior), lo cual responde a la percepción de las relaciones espaciales. Este ejemplo evidencia cómo, en el ciclo diversificado, una misma habilidad de aprendizaje puede movilizar simultáneamente varias habilidades de visualización de mayor complejidad.

En décimo año, la percepción figura-contexto sigue siendo la habilidad de visualización más frecuente, como en los niveles del tercer ciclo. Este predominio refleja la persistencia de tareas que requieren aislar y reconocer elementos geométricos dentro de configuraciones más amplias. También, se observa una presencia notable de habilidades de aprendizaje asociadas a la conservación de la percepción y a la percepción de la posición en el espacio, lo que indica una mayor demanda de procesos vinculados a la manipulación mental de figuras y al análisis de cambios de orientación o ubicación. En cambio, la discriminación visual y la coordinación ojo-motor presentan frecuencias más bajas. Asimismo, se registra una reducción en las habilidades de aprendizaje vinculadas con la percepción de las relaciones espaciales en comparación con los años anteriores.

En undécimo año, se evidencia una distribución más equilibrada entre las diferentes habilidades de visualización. Destaca el incremento generalizado de la mayoría de las dimensiones, particularmente en la conservación de la percepción, la percepción de las relaciones espaciales y la discriminación visual, lo que sugiere una diversificación de los procesos visuales implicados en las tareas propuestas en este nivel. En este nivel aparece, por primera vez en todo el currículo, una habilidad de aprendizaje que puede asociarse explícitamente con la memoria visual, mientras que en décimo año no se identificó ninguna con esta característica. Aunque su presencia es mínima, este hallazgo resulta relevante al tratarse de una habilidad ausente en los niveles anteriores.

En la Tabla 7 se presenta cómo se distribuyen las habilidades de aprendizaje totales por ciclo educativo para la variable de habilidades de visualización.

Tabla 7
Distribución absoluta y porcentual total de las habilidades de aprendizaje en cada ciclo educativo por dimensión del componente de habilidades de visualización en el currículo costarricense de Matemáticas

Habilidad de visualización	Tercer ciclo		Ciclo diversificado	
	Cantidad	% (n=56)	Cantidad	% (n=39)
Coordinación ojo motor	8	14,3	15	38,5
Percepción figura-contexto	34	60,7	24	61,5
Conservación de la percepción	17	30,4	21	53,8
Percepción de la posición en el espacio	23	41,1	22	56,4
Percepción de las relaciones espaciales	31	55,4	20	51,3
Discriminación visual	11	19,6	16	41
Memoria visual	0	0	1	2,6

Fuente: Elaboración propia con base en el currículo de Matemáticas del MEP (2012).

Los resultados muestran que, en el tercer ciclo, las habilidades de visualización con mayor presencia son la percepción figura–contexto y la percepción de las relaciones espaciales, que se evidencian respectivamente en un 60,7 % (34 de 56) y un 55,4 % (31 de 56) de las habilidades de aprendizaje analizadas. Estas dos dimensiones concentran los procesos de reconocimiento visual y de identificación de relaciones espaciales básicas, que caracterizan el tratamiento de la visualización en los niveles iniciales de la educación secundaria. En contraste, la coordinación ojo–motor (14,3 %), la discriminación visual (19,6 %) y la memoria visual (0 %) presentan frecuencias considerablemente menores.

En el ciclo diversificado, la distribución resulta más equilibrada: la percepción figura–contexto se mantiene elevada (61,5 %, 24 de 39), al igual que la conservación de la percepción (53,8 %) y la percepción de la posición en el espacio (56,4 %). Estas proporciones indican un fortalecimiento relativo de las habilidades de visualización vinculadas con la comprensión dinámica del espacio, mientras que las de carácter perceptivo básico, como la coordinación ojo–motor (38,5 %), aumentan en frecuencia en comparación con el tercer ciclo.

En conjunto, los datos sugieren una evolución progresiva en la complejidad de las habilidades de visualización promovidas a lo largo del currículo. Mientras en el tercer ciclo predominan las habilidades de reconocimiento visual y relaciones espaciales elementales, en el ciclo diversificado se amplía la atención hacia procesos cognitivos más integrados, como la conservación de la percepción y la posición en el espacio. Este comportamiento refleja una transición desde una visualización más descriptiva y perceptiva hacia una visualización más analítica y transformacional, coherente con el aumento del nivel cognitivo esperado en los años finales de secundaria.

4.3. Discusión de los resultados sobre la dimensión de conceptos geométricos

En séptimo año, puede destacarse que más del 68 % de las habilidades de aprendizaje en geometría están orientadas al estudio de las propiedades de las formas y figuras, lo que refleja una fuerte presencia de contenidos vinculados a la geometría tradicional. Esta distribución deja en un segundo plano la dimensión de ubicaciones y movimientos, que es esencial para desarrollar una comprensión dinámica del espacio. En octavo año, este patrón se modifica parcialmente: el énfasis curricular se desplaza hacia las relaciones geométricas y, en menor medida, hacia las transformaciones espaciales, posiblemente debido a los temas abordados en este nivel, como homotecias, congruencias y semejanzas. Sin embargo, en noveno año se observa un retorno al enfoque inicial, con una mayor concentración de habilidades de aprendizaje relacionadas con las propiedades de las figuras, y una ausencia total de habilidades que promuevan el trabajo con ubicaciones y movimientos.

Desde una perspectiva general, solo el 12,5 % de las habilidades de aprendizaje del tercer ciclo están orientadas a la dimensión de ubicaciones y movimientos, lo que evidencia que los temas abordados en estos cursos no se focalizan en este componente. Esta situación contrasta con la línea declarada en los programas de estudio (MEP, 2012), que señalan “un enfoque en Geometría que incluye énfasis en el sentido espacial, el movimiento y el uso de coordenadas” (p. 50) y que “se desea subrayar el movimiento de las formas geométricas” (p. 21). No obstante, los hallazgos de este estudio sugieren que ese énfasis no se refleja de forma sistemática ni consistente en las habilidades de aprendizaje esperadas para todos los niveles educativos, lo que plantea interrogantes sobre la coherencia interna del currículo y la posibilidad real de desarrollar una geometría más dinámica y significativa en el aula.

Al pasar al ciclo diversificado, el panorama para décimo año no deja de ser similar: más de la mitad de las habilidades de aprendizaje se enfocan en relaciones geométricas, mientras que las asociadas a ubicaciones y movimientos representan menos del 10 %. Empero, este patrón cambia en undécimo año, donde más del 60 % de las habilidades de aprendizaje se orientan hacia el componente de ubicaciones y movimientos. Este giro podría entenderse como un intento de introducir una visión más dinámica del espacio en el tramo final del currículo. Aun así, sigue siendo llamativo que este énfasis no sea gradual ni progresivo, sino más bien abrupto y limitado a un único nivel. De hecho, contrasta con la orientación general establecida para este ciclo, donde se afirma que “se promoverá el desarrollo de habilidades relacionadas estrechamente con el sentido espacial (visualización, ubicación y movimiento)” (MEP, 2012, p. 383). Tal afirmación parece cumplirse de manera plena solo en undécimo año.

Cabe destacar que los programas de estudio del MEP (2012) hacen un énfasis explícito en la visualización espacial como uno de los procesos fundamentales en el aprendizaje de la geometría. No obstante, la visualización no se limita únicamente al reconocimiento estático de formas, sino que, como advierten Flores et al. (2015), implica también la capacidad de transformar imágenes mentales, lo cual requiere comprender y manipular movimientos y transformaciones espaciales. Esta visión es compartida por autores como Clements y Battista (1992), quienes señalan que el pensamiento espacial requiere integrar la visualización con la comprensión de las propiedades geométricas y los efectos de transformaciones. Asimismo, Gutiérrez (1996) propone que la visualización debe entenderse como un proceso que involucra tanto representaciones mentales como representaciones externas, que permita una interacción dinámica con el entorno geométrico. Desde esta perspectiva, la visualización está estrechamente ligada al subcomponente de ubicaciones y movimientos, ya que visualizar una figura rotando, trasladándose o reflejándose exige coordinar representaciones mentales dinámicas.

Por ello, la menor presencia de habilidades de aprendizaje vinculadas con el movimiento en el currículo —especialmente en el tercer ciclo y décimo año— contradice no solo el enfoque integral de visualización propuesto por el MEP, sino también las recomendaciones de la literatura internacional. Como lo argumenta Presmeg (2006), el pensamiento geométrico se fortalece cuando las personas estudiantes logran combinar formas de representación visual, verbal, simbólica y cinética, proceso que solo es posible si el currículo brinda oportunidades sistemáticas para desarrollar estas capacidades. La omisión de habilidades de aprendizaje relacionadas con el movimiento podría comprometer el desarrollo del sentido espacial al limitar la posibilidad de formar imágenes mentales dinámicas, esenciales para el razonamiento geométrico avanzado.

De acuerdo con Flores et al. (2015), las tres subdimensiones del componente de conceptos geométricos —propiedades de las formas y figuras, relaciones geométricas y ubicaciones y movimientos— no deben considerarse de manera aislada, sino que forman un sistema integrado e interdependiente que sostiene el desarrollo del sentido espacial. Estas tres dimensiones se articulan de manera simultánea, retroalimentándose entre sí en un plano de interacción constante. Una debilitación sistemática de alguna de estas dimensiones, como ocurre con la escasa presencia de habilidades de aprendizaje vinculadas con la ubicación y el movimiento en ciertos niveles del currículo, puede comprometer el desarrollo global del sentido

espacial y limitar la capacidad del estudiantado para visualizar, interpretar y operar con objetos geométricos en contextos más amplios.

Este análisis respalda lo que señalan autores como Clausen-May et al. (2000), al subrayar que un currículo de geometría verdaderamente significativo debe construirse a partir de la forma, el espacio y el movimiento, y no limitarse al plano bidimensional del papel. La geometría, tal como el pensamiento espacial que pretende desarrollar, no puede enseñarse únicamente desde libros o desde el lenguaje formal, sino que requiere vivencia, acción, manipulación y construcción. Desde esta perspectiva, el desarrollo del sentido espacial debe partir del entorno tridimensional en el que el estudiantado vive, permitiendo construir, imaginar y dialogar con las formas, y no solo dibujarlas o verbalizarlas.

4.4. Discusión de los resultados sobre la dimensión de habilidades de visualización

En los niveles del tercer ciclo se observa una predominancia de habilidades de visualización como la percepción figura-contexto y la percepción de las relaciones espaciales, especialmente en séptimo y octavo año. Este patrón parece corresponder con el énfasis curricular en las propiedades de las formas y figuras y en las relaciones geométricas, lo cual sugiere una orientación hacia una geometría de corte más tradicional, centrada en el reconocimiento, análisis y diferenciación de formas estáticas. En estos niveles resulta crucial que el estudiantado logre distinguir figuras dentro de contextos visuales complejos o identificar rasgos específicos entre múltiples elementos, lo que justifica la fuerte presencia de estas dos habilidades de visualización.

En noveno año se aprecia una distribución más equilibrada entre las distintas habilidades de visualización, lo cual podría interpretarse como una apertura hacia una concepción más integral del pensamiento geométrico. Sin embargo, destaca la persistente baja presencia de la coordinación ojo-motor a lo largo de todo el ciclo. Esta situación pone en evidencia una posible debilidad del currículo en cuanto a la promoción de experiencias prácticas que involucren la construcción, el trazado o la manipulación directa de objetos geométricos, acciones fundamentales para desarrollar dicha habilidad (Del Grande, 1990).

Asimismo, se identifica una escasa representación de la discriminación visual y una ausencia explícita de la memoria visual en los enunciados curriculares. No obstante, esto no implica que dichas habilidades de visualización no puedan desarrollarse en el aula. Tal como advierten Clements y Battista (1992) y Presmeg (2006), muchas de estas capacidades pueden

potenciarse a partir del tipo de tareas geométricas que proponga la persona docente, especialmente aquellas que exigen observar, recordar, comparar y reproducir configuraciones visuales. Por tanto, aunque el currículo no las explicita de forma directa, su desarrollo sigue siendo posible —y necesario— mediante prácticas pedagógicas intencionadas.

Otro aspecto que merece atención es la baja frecuencia de habilidades de aprendizaje vinculadas a la conservación de la percepción, especialmente en séptimo año, aunque con un leve aumento en noveno año. Esta habilidad de visualización, según Del Grande (1990), se refiere a la capacidad de reconocer una figura, aunque varíe su orientación, tamaño o perspectiva, y es considerada esencial para una visualización espacial madura. Su escasa presencia podría estar relacionada con la limitada promoción del componente de ubicaciones y movimientos, el cual —como evidencian los resultados— ha sido sistemáticamente relegado en el currículo del tercer ciclo.

De acuerdo con Del Grande (1990), para que la persona estudiante logre conservar la forma de una figura ante un cambio visual, primero debe desarrollar una percepción de constancia, lo cual no surge espontáneamente, sino que se construye a través de experiencias concretas con objetos en movimiento o transformaciones espaciales. En este sentido, la baja presencia de la conservación de la percepción no debe entenderse como una omisión aislada, sino como un efecto colateral del escaso tratamiento del componente dinámico del espacio, lo cual restringe una dimensión esencial del sentido espacial.

Al pasar al ciclo diversificado se observa que décimo año mantiene un patrón similar al del tercer ciclo, con una marcada prevalencia de la percepción figura-contexto, aunque se evidencian incrementos modestos en otras habilidades de visualización, como la percepción de la posición en el espacio y la conservación de la percepción. Este panorama sugiere una persistencia del enfoque visual estático, sin desarrollar de manera sistemática la diversidad de habilidades propuestas por Del Grande (1990).

El programa de undécimo año, en cambio, presenta un cambio notable y alentador. Se percibe una distribución más equilibrada entre casi todas las habilidades de visualización, lo que evidencia una mayor riqueza en las experiencias espaciales que se busca fomentar desde el currículo. Destaca particularmente la frecuencia alcanzada por la coordinación ojo-motor, una habilidad que había sido relegada en niveles anteriores y que resulta clave para articular percepción y acción, especialmente en tareas de representación y construcción de objetos geométricos. Este giro puede interpretarse como un intento por consolidar una visión más integral del sentido espacial en la etapa final de la educación secundaria.

Si se comparan los resultados globales entre ciclos, puede apreciarse una evolución en la presencia relativa de ciertas habilidades de visualización. En el tercer ciclo, las habilidades predominantes son la percepción figura–contexto (60,7 %) y las relaciones espaciales (55,4 %), asociadas con el reconocimiento visual y la identificación de configuraciones. En el ciclo diversificado, en cambio, aumentan las proporciones de la conservación de la percepción (53,8 %) y de la posición en el espacio (56,4 %), lo que sugiere una progresión hacia procesos más complejos de análisis y transformación mental de figuras. Este comportamiento evidencia un fortalecimiento gradual de la comprensión dinámica del espacio conforme avanza la escolaridad secundaria.

Este comportamiento resulta coherente con lo propuesto por el MEP (2012), que en el ciclo diversificado señala que se deben ejercitar habilidades de aprendizaje relacionadas estrechamente con el sentido espacial, la visualización, la ubicación y el movimiento. En términos generales, en todos los niveles de secundaria existe una presencia constante de varias habilidades de visualización, aunque se advierte una fuerte orientación hacia la habilidad figura-contexto, posiblemente asociada a una geometría más estática. Cabe destacar que el desarrollo de estas habilidades de visualización no depende únicamente del currículo, sino en gran medida de las tareas y experiencias que la persona docente propicie en el aula. Esto implica un compromiso pedagógico clave para garantizar la formación espacial del estudiantado a través de actividades que fomenten observar, manipular, transformar, relacionar, discutir y describir figuras. Tal como señala French (2004), estas acciones deben integrarse con el desarrollo de habilidades analíticas, de modo que la visualización no se limite a un ejercicio perceptivo, sino que se articule con procesos de razonamiento matemático más profundos.

En síntesis, aunque el currículo costarricense reconoce la importancia del sentido espacial en la enseñanza de la geometría, los resultados de este análisis evidencian vacíos significativos en la distribución y profundidad de sus componentes. El énfasis predominante en ciertos subcomponentes —como las propiedades de las formas o la percepción figura-contexto—, junto con la escasa presencia de dimensiones como ubicaciones y movimientos o habilidades de visualización como la coordinación ojo-motor y la conservación de la percepción, revela una visión parcial del sentido espacial. Esta fragmentación contradice el enfoque integral propuesto por autores como Flores et al. (2015), Clements y Battista (1992), y Presmeg (2006), quienes subrayan que el pensamiento espacial requiere una interacción continua entre representación, manipulación mental, visualización y comprensión de

relaciones geométricas en contextos estáticos y dinámicos. Tal como advierte Jones (2000), el currículo debe garantizar oportunidades balanceadas para desarrollar estas habilidades espaciales desde los primeros niveles educativos. En este sentido, los hallazgos invitan a una revisión crítica de la propuesta curricular vigente, que permita articular de manera más coherente los distintos componentes del sentido espacial y avanzar hacia una enseñanza de la geometría más significativa, dinámica y conectada con las necesidades cognitivas del estudiantado.

Estos hallazgos, si bien responden al contexto costarricense, reflejan también preocupaciones que se han documentado en otros países. Diversos estudios han evidenciado que, a pesar de la importancia del pensamiento espacial para el aprendizaje en matemáticas y ciencias, su desarrollo no siempre ha sido abordado de manera sistemática en los procesos educativos (Clements y Battista, 1992; Newcombe, 2010; Uttal et al., 2013). De manera similar, Bufasi et al. (2024), y Pinilla (2024) evidencian que los estándares internacionales en matemáticas rara vez abordan explícitamente el razonamiento espacial, o lo hacen de forma fragmentada. Esto refuerza la necesidad de repensar el currículo no solo en Costa Rica, sino en toda la región, para integrar de forma auténtica y sistemática el desarrollo del sentido espacial.

5. Conclusiones

El presente estudio permitió evidenciar que, si bien el currículo costarricense de Matemáticas para secundaria reconoce explícitamente la importancia del sentido espacial en el eje de Geometría, su concreción en las habilidades de aprendizaje esperadas resulta desigual y, en algunos casos, limitada. Esta situación pone de manifiesto una incoherencia entre el objetivo general declarado del programa de estudios de matemáticas del MEP (2012), que promueve el desarrollo del sentido espacial, y la forma en que dicho objetivo se operacionaliza a través de los contenidos y habilidades de aprendizaje distribuidos a lo largo de los distintos niveles educativos. En el tercer ciclo, predomina un enfoque tradicional centrado en las propiedades de las formas y figuras, mientras que el componente de ubicaciones y movimientos se encuentra considerablemente relegado. En conjunto, la distribución observada no responde a una progresión curricular sostenida, sino a una presencia fragmentada que puede debilitar el desarrollo del sentido espacial como capacidad integrada.

Esta incoherencia interna entre intención curricular y concreción operativa puede traducirse en oportunidades de aprendizaje desiguales para el estudiantado, particularmente para quienes requieren experiencias visuales, dinámicas y manipulativas para construir el conocimiento geométrico. En este sentido, el currículo corre el riesgo de privilegiar una geometría más estática y simbólica, limitando la posibilidad de que el estudiantado construya un sentido espacial robusto, flexible y aplicable a situaciones auténticas. Por ello, se propone fortalecer no solo los contenidos, sino también las prácticas pedagógicas, los materiales didácticos, la formación docente y los enfoques de evaluación, de modo que el sentido espacial se desarrolle de manera auténtica, inclusiva y profunda.

Asimismo, el análisis de las habilidades de visualización mostró una concentración en la percepción figura-contexto y en la percepción de las relaciones espaciales, con escasa presencia de dimensiones clave como la coordinación ojo-motor, la memoria visual o la conservación de la percepción, aspectos fundamentales para una visualización más dinámica, profunda y significativa. Esta distribución evidencia una atención selectiva a ciertos procesos visuales, en detrimento de otros que resultan igualmente necesarios para la construcción integral del sentido espacial. Estos resultados permiten reconocer con mayor precisión las fortalezas y vacíos del currículo, así como orientar la creación de tareas que favorezcan las dimensiones menos presentes. Por ejemplo, en los niveles en que predominan habilidades descriptivas —como la identificación de figuras o sus propiedades—, podrían incorporarse actividades que exijan rotar, trasladar o comparar figuras desde distintas perspectivas, promoviendo la coordinación ojo-motor y la conservación de la percepción. Asimismo, tareas que impliquen reconstruir objetos geométricos a partir de representaciones parciales o en movimiento podrían fortalecer la memoria visual y una comprensión más dinámica del espacio, aun cuando el tema central no sea el de transformaciones o movimientos.

A partir de estos hallazgos, se sugiere una revisión curricular que promueva una distribución más equilibrada e intencionada de las dimensiones del sentido espacial, garantizando su presencia a lo largo de todos los niveles educativos. Dicha revisión debería sostenerse en una lógica de progresión clara entre ciclos y niveles, acompañada de orientaciones metodológicas para el aula, de forma que el desarrollo del sentido espacial no dependa de decisiones aisladas, sino de una propuesta curricular y didáctica consistente. Tal como lo advierten Clements y Battista (1992), Presmeg (2006) y Jayathirtha (2018), el desarrollo del pensamiento espacial y geométrico requiere condiciones pedagógicas

concretas: formación docente sólida, uso de recursos manipulativos y digitales, y estrategias de evaluación alineadas con los procesos espaciales que se pretende fomentar.

En relación con el nivel educativo analizado, el estudio se centró exclusivamente en el currículo de Matemáticas de educación secundaria del MEP, dado que el objetivo del proyecto fue formulado explícitamente para este nivel. En consecuencia, la educación primaria no fue considerada, no por omisión, sino como delimitación metodológica; sin embargo, esto limita el análisis longitudinal de cómo se inicia y evoluciona el sentido espacial desde los primeros años de escolaridad. Además, al tratarse de un análisis cualitativo de contenido del currículo oficial, los resultados describen el potencial formativo del currículo intencionado y no permiten inferir su implementación efectiva en el aula.

El estudio se basó en un análisis cualitativo de contenido de las habilidades de aprendizaje esperadas del currículo oficial. Por ello, los resultados obtenidos describen el potencial formativo del currículo en relación con el desarrollo del sentido espacial, y no su implementación efectiva en contextos reales de aula. En consecuencia, los hallazgos no permiten inferir de manera directa cómo estas habilidades se desarrollan en la práctica docente ni cómo son experimentadas por el estudiantado durante los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Finalmente, el estudio no incorpora un análisis empírico del desempeño de personas docentes o estudiantes a partir de la implementación del currículo, lo cual limita la posibilidad de contrastar los resultados del análisis curricular con evidencias provenientes de la práctica educativa. Aun así, esta limitación abre líneas de investigación futuras orientadas a complementar el análisis del currículo con estudios empíricos que permitan profundizar en el desarrollo real del sentido espacial en contextos educativos concretos.

A partir de los resultados obtenidos, se abren diversas líneas de continuidad y aplicación futura del trabajo realizado. En primer lugar, el sistema de categorías y el mapeo curricular desarrollados en este estudio pueden ser utilizados como herramientas de análisis para otros niveles educativos y para procesos de revisión y actualización curricular que permitan evaluar de manera sistemática la coherencia entre los objetivos declarados y su concreción en las habilidades de aprendizaje. En segundo lugar, estos resultados constituyen una base sólida para el diseño de propuestas de intervención didáctica orientadas al fortalecimiento del sentido espacial, ya sea mediante la elaboración de secuencias de tareas, recursos didácticos o materiales digitales que atiendan de forma explícita las dimensiones menos representadas en el currículo.

Asimismo, el estudio abre la posibilidad de desarrollar investigaciones empíricas que analicen cómo las habilidades de aprendizaje declaradas en el currículo se traducen en prácticas reales de aula, explorando el rol del profesorado, el tipo de tareas implementadas y el impacto de estas en el desarrollo efectivo del sentido espacial del estudiantado. Finalmente, se considera pertinente profundizar en estudios de formación docente que utilicen el marco del sentido espacial como eje para el diseño de procesos de capacitación, con el fin de fortalecer tanto el conocimiento geométrico como las habilidades de visualización de las personas docentes, y con ello una implementación más coherente y consciente del currículo de Matemáticas.

En definitiva, avanzar hacia una enseñanza de la geometría más significativa y coherente con los principios del sentido espacial requiere no solo de un currículo bien estructurado, sino de una comunidad educativa comprometida con su implementación, revisión y articulación con prácticas didácticas transformadoras.

6. Agradecimientos

Se agradece a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Instituto Tecnológico de Costa Rica por el apoyo brindado para la realización de este estudio, desarrollado en el marco del proyecto GEOSÉN “Caracterización del sentido espacial de docentes de Matemática del cantón central de Cartago” (código 0000-0144-0048) llevado a cabo durante el año 2024.

7. Referencias

- Aigner, Miguel. (1999). Análisis de contenido. Una introducción. *Revista La Sociología en sus Escenarios*, (3), 1-52. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/ceo/article/view/1550>
- Bufasi, Ergi., Lin, Ting., Benedicic, Ursa., Westerhof, Marten., Mishra, Rohit., Namsone, Dace., Dudareva, Inese., Sorby, Sheryl., Gumaelius, Lena., Klapwijk, Remke., Spandaw, Jeroen., Bowe, Brian., O’Kane, Colm., Duffy, Gavin., Pagkratidou, Marianna., y Buckley, Jeffrey. (2024). Addressing the complexity of spatial teaching: A narrative review of barriers and enablers. *Frontiers in Education*, 9, 1-16. <http://dx.doi.org/10.3389/educ.2024.1306189>
- Camargo, Leonor. (2011). El legado de Piaget a la didáctica de la Geometría. *Revista Colombiana de Educación*, (60), 41-60. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-39162011000100003
- Cáceres, Pablo. (2003). Análisis cualitativo de contenido: Una alternativa metodológica alcanzable. *Psico perspectivas*, 2(1), 53-82. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=171018074008>

- Clausen-May, Tandi., Jones, Keith., McLean, Alan, y Rowlands, Stuart. (2000). Perspectives on the design of the school geometry curriculum. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 20 (1- 2), 34- 41. <https://eprints.soton.ac.uk/41294/>
- Clements, Douglas., and Battista, Michael. (1992). *Geometry and spatial reasoning*. En D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 420–464). Macmillan.
- Del Grande, John. (1990). Spatial sense. *Arithmetic Teacher*, 37(6), 14–20. <https://www.jstor.org/stable/41193837>
- Díaz, Claudio. (2018). Investigación cualitativa y análisis de contenido temático. Orientación intelectual de revista Universum. *Revista General de Información y Documentación*, 28(1), 119-142. <http://dx.doi.org/10.5209/RGID.60813>
- Đokić, Olivera., y Vorkapić, Marija. (2024). Spatial skills of preschool children from Serbia and a possible model for the typology of children’s spatial skills. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1223022>
- Elvas, Isabel. (2024). *Sentido espacial en las evaluaciones escritas de Uruguay* [Tesis de doctorado, Universidad de Granada]. DIGIBUG. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/103194>
- Elvas, Isabel., y Ramírez, Rafael. (2025). Análisis del sentido espacial en estudiantes de secundaria en actividades PISA. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, (27), 203-221. <https://doi.org/10.35763/aiem27.6538>
- Fernández, Flory. (2002). El análisis de contenido como una ayuda metodológica para la investigación. *Revista de Ciencias Sociales*, 96, 35-53. <https://revistacienciasociales.ucr.ac.cr/images/revistas/RCS96/03.pdf>
- Fernández, Lucía., y Mora, Erlane. (2024). *Desarrollo del sentido espacial en estudiantes de una institución educativa privada de secundaria de Costa Rica* [Tesis de licenciatura no publicada]. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Flores, Pablo., Ramírez, Rafael., y Del Río, Aurora. (2015). Sentido espacial. En P. Flores y L. Rico (Eds.), *Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en Educación Primaria* (pp. 128-146). Ediciones Pirámide. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/64703>
- French, Doug. (2004). *Teaching and learning geometry*. Continuum International Publishing Group. <https://library.uc.edu.kh/userfiles/pdf/15.Teaching%20and%20learning%20geometry%20%20issues%20and%20methods%20in%20mathematical%20education.pdf>
- Goldin, Gerald., y Shteingold, Nina. (2001). Systems of representation and the development of mathematical concepts. En A. A. Cuoco y F. R. Curcio (Eds.), *The roles of representation in school mathematics* (2001 Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics, pp. 1–23). National Council of Teachers of Mathematics.

- Guncaga, Ján., Budai, László., y Kenderessy, Tibor. (2020). Visualisation in geometry education as a tool for teaching with better understanding. *Teaching Mathematics and Computer Science*, 18(4), 337-346. <https://doi.org/10.5485/TMCS.2020.0499>
- Guzel, Nuran., y Sener, Ersin. (2010). High school students' spatial ability and creativity in geometry. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 1763–1766. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.312>
- Gutiérrez, Ángel. (1996). Visualization in 3-dimensional geometry: In search of a framework. In L. Puig y A. Gutiérrez (Eds.), *Proceedings of the 20th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, pp. 3-19). Spain. https://www.researchgate.net/publication/267420316_Visualization_in_3-Dimensional_Geometry_In_Search_of_a_Framework
- Gutiérrez, Ángel. (2006). La investigación sobre enseñanza y aprendizaje de la geometría. En Flores, P., Ruiz, F., De la Fuente, M. (Eds.), *Geometría para el siglo XXI* (pp. 13-58). Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas y Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales. <https://www.uv.es/~gutierre/archivos1/textospdf/Gut06.pdf>
- Hernández, Roberto., Fernández, Carlos., y Pilar, María. (2010). *Metodología de la investigación* (5 ed). Mc Graw Hill.
- Husni, Niakmatul. (2025). Shaping spatial Intelligence: The influence of curriculum on students' spatial ability. *The 3rd 2025 Education, Science, and Technology International Conference*, 3(1), 156-164. https://www.researchgate.net/publication/395130520_Shaping_Spatial_Intelligence_The_Influence_of_Curriculum_on_Students'_Spatial_Ability
- Ihsan, Ali., and Yildiz, Bunyamin. (2019). The effect of computer-aided 3D modeling activities on preservice teacher's spatial abilities and attitudes towards 3D modeling. *Journal of Baltic Science Education*, 18(3), 335-348. https://www.scientiasocialis.lt/jbse/files/pdf/vol18/335-348.Benzer_JBSE_Vol.18_No.3.pdf
- Jayathirtha, Gayithri. (2018). An Analysis of the National Intended Geometry Curriculum. *Contemporary Education Dialogue*, 15(2) 1–21. <https://doi.org/10.1177/0973184918783291>
- Jones, Keith., y Tzekaki, Marianna. (2016). Research on the teaching and learning of geometry. En Ángel Gutiérrez, Gilah C. Leder y Paolo Boero (Eds.), *The second handbook of research on the psychology of mathematics education: The journey continues* (pp. 109–149). Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-561-6_4
- Jones, Keith. (2000). Critical Issues in the Design of the Geometry Curriculum. In Bill Barton (Ed.), *Readings in Mathematics Education* (pp. 75-90). University of Auckland. https://www.researchgate.net/publication/228477699_Critical_issues_in_the_design_of_the_school_geometry_curriculum

- Kosa, Temel., and Karakus, Faith. (2018). The effects of computer-aided design software on engineering students' spatial visualisation skills. *European Journal of Engineering Education*, 43(2), 296-308. <https://doi.org/10.1080/03043797.2017.1370578>
- Bernete, Francisco. (2013). *Análisis de contenido (cuantitativo y cualitativo)*. En Alejandro Lucas y Alejandro Noboa (Eds.), *Conocer lo social: estrategias y técnicas de construcción y análisis de datos* (pp. 221–242). Editorial Fragua.
- Ministerio de Educación Pública (MEP). (2012). *Programas de Estudio de Matemáticas: I y II Ciclo de la Educación primaria, III Ciclo de la educación General Básica y Educación Diversificada*. República de Costa Rica.
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (MEFP). (2022, 29 de marzo). *Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria*. *Boletín Oficial del Estado*, 76, 43181–43341. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217/con>
- Monge, Carlos. (2021). *Análisis de las dimensiones del sentido espacial en futuros profesores* [Tesis de Maestría] Universidad de Granada. <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/71036/Carlos%20Monge%20Madriz%20TFM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mora, Fabián. (2025). *Desarrollo del sentido espacial en personas docentes costarricenses de una institución secundaria privada de San José* [Tesis de licenciatura no publicada]. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Newcombe, Nora. (2010). Picture this: Increasing math and science learning by Improving spatial thinking. *American Educator*, 34(2), 29–35. https://www.aft.org/sites/default/files/Newcombe_1.pdf
- Ortega, Tomás., y Pecharromán, Cristina. (2015). Aprendizaje de conceptos geométricos a través de visualizaciones. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, (7), 95-117. <https://doi.org/10.35763/aiem.v1i7.84>
- Pinilla, Robyn. (2024). Spatial reasoning in mathematics standards: identifying how early elementary educators are systematically supported to teach spatial skills. *Frontiers in Education*, 9, 1-13. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1407388>
- Presmeg, Norma. (2006). Research on Visualization in Learning and Teaching Mathematics. En Ángel Gutiérrez y Paulo Boero (Eds.), *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education: Past, Present and Future* (pp. 205-236). Sense. https://doi.org/10.1163/9789087901127_009

- Rico, Luis. (2013). El método del análisis didáctico. *Unión - Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 9(33), 11-27. <https://www.revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/801>
- Roura, Rosaura y Ramírez, Rafael. (2021). Sentido espacial en futuros maestros. En Pascual D. Diago, Dionisio F. Yáñez, María Teresa González-Astudillo y D. Carrillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXIV* (pp. 537-543). SEIEM.
- Santos, Leonor., y Cai, Jinfa. (2016). Curriculum and assessment. En Ángel Gutiérrez, Gilah C. Leder y Paolo Boero (Eds.), *The Second Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education*, pp. 153–185. <https://repensarlasmatematicas.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/10/s90-documento-de-referencia.pdf>
- Segade, María. (2022). El desarrollo de la imagen conceptual del triángulo en el alumnado de Educación Primaria utilizando GeoGebra [Tesis de doctorado, Universidad de Coruña]. Repositorio Institucional de la Universidad de Coruña. <https://ruc.udc.es/entities/publication/2dd8625f-7189-4c90-a5ae-a9625af7e5f0>
- Serrano, Ángela., Ramírez, Rafael., y Flores, Pablo. (2018). El sentido espacial sobre traslaciones en un libro de texto. *Números*, 98, 117-131. https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/64607/2018_El%20sentido%20espacial_NUMEROS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Tiwari, Shivkant., Obradovic, Dragan., Rathour, Laxmi., Narayan, Lakshmi., and Narayan, Vishnu. (2021). Visualization In Mathematics Teaching. *Journal of Advances in Mathematics*, 20, 431-439. <https://doi.org/10.24297/jam.v20i.9136>
- Ünal, Hasan., Jakubowski, Elizabeth., and Corey, Darryl. (2009). Differences in learning geometry among high and low spatial ability pre-service mathematics teachers. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(8), 997-1012. <https://doi.org/10.1080/00207390902912852>
- Uttal, David., Meadow, Nora., Tipton, Elizabeth., Hand, Leslie., Alden, Alison., Warren, Christine., y Newcombe, Nora. (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. *Psychol Bull*, 139(2), 352-402. <https://doi.org/10.1037/a0028446>
- Wai, Jonathan., Lubinski, David., y Benbow, Camila. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 817–835. <https://doi.org/10.1037/a0016127>
- Whiteley, Walter., Sinclair, Nathalie., y Davis, Brent. (2015). What is spatial reasoning? In Brent Davis and The Spatial Reasoning Study Group (Eds.), *Spatial reasoning in the early years* (pp. 3–14). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315762371>
- Zhang, Jiajie. (1997). The nature of external representations in problem solving. *Cognitive Science*, 21(2), 179-217. https://doi.org/10.1207/s15516709cog2102_3

Información de las personas autoras

Carlos Monge Madriz. Máster en Didáctica de la Matemática por Universidad de Granada, España. Profesor e investigador de la Escuela de Matemática del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. Dirección electrónica: camonge@itcr.ac.cr Orcid <https://orcid.org/0000-0002-5148-2797>

Zuleyka Suárez Valdés-Ayala. Obtuvo su doctorado en Educación en la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica. Labora como docente Catedrática-Intermedio e Investigadora consolidada 1 en la Escuela de Matemática del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. Dirección electrónica: zsuarez@itcr.ac.cr Orcid <https://orcid.org/0000-0002-1822-4825>

Randall Blanco Benamburg. Profesional en Enseñanza de Matemática con maestría en Psicopedagogía por la Universidad Estatal a Distancia. Profesor de la Escuela de Matemática del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. Dirección electrónica: rblanco@itcr.ac.cr Orcid <https://orcid.org/0000-0002-0984-1768>

Rafael Ramírez Uclés. Doctor en Didáctica de la Matemática por la Universidad de Granada, España. Profesor titular de la Universidad de Granada, Granada, España. Dirección electrónica: ramirez@ugr.es Orcid <https://orcid.org/0000-0001-8462-5897>

Carlos Guillén Pérez. Licenciando en Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora por el Instituto Tecnológico de Costa Rica. Profesor de la Escuela de Ciencias Naturales y Exactas del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. Dirección electrónica: ceguillen@itcr.ac.cr Orcid <https://orcid.org/0009-0009-1112-7692>

Revista indizada en



Distribuida en las bases de datos:

