

DISEÑO DE NUEVAS PIEZAS EN *COLOUR CODE* PARA CREAR RETOS DE MAYOR DEMANDA VISUAL: ANÁLISIS DE PIEZAS DISEÑADAS CON ALUMNADO CON TALENTO MATEMÁTICO

Designing new *Colour Code* pieces to create visually demanding challenges: An analysis of student-designed pieces with mathematically talented students

Rotger-García, L., Ribera-Puchades, J. M. y Petro-Balaguer, A. B.

Universitat de les Illes Balears

Resumen

En esta comunicación se analiza cómo 14 estudiantes con talento matemático (16–18 años), del programa MENTORiment, organizados en 7 parejas, diseñan piezas negras para Colour Code con el propósito de ampliar las posibilidades de diseñar retos con imágenes objetivo visualmente más demandantes. Se realizó un análisis cualitativo de piezas mediante la codificación de las 18 piezas originales y de las piezas diseñadas, aplicando una rúbrica de cuatro dimensiones: complejidad geométrica, orientación relevante, figura–fondo y superposición. Los resultados indican que varias piezas incorporan rasgos con potencial para generar restricciones visuales y configuraciones complejas, principalmente por orientación y superposición, más que por fragmentación geométrica. Se discuten implicaciones para el diseño de tareas centradas en visualización.

Palabras clave: visualización, geometría, talento matemático, juego de mesa

Abstract

This paper analyses how 14 mathematically talented students (ages 16–18), from the MENTORiment programme, working in seven pairs, designed black pieces for Colour Code to expand the possibilities for designing challenges with visually demanding target images. A qualitative analysis of pieces was conducted by coding the 18 original pieces and the student-designed pieces, applying a four-dimension rubric: geometric complexity, orientation relevance, figure–ground, and superposition. Results show that several student-designed pieces incorporate features with potential to generate visual constraints and complex configurations, mainly through orientation and superposition rather than geometric fragmentation. Implications for visualization-focused task design are discussed.

Keywords: visualization, geometry, mathematical talent, board game

INTRODUCCIÓN

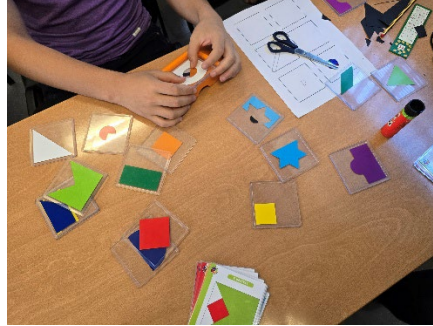
La visualización es un eje clave del pensamiento matemático en tareas geométricas que requieren interpretar, transformar y validar configuraciones espaciales (Arcavi, 2003; Gutiérrez, 1996). En estas tareas, el alumnado coordina representaciones externas e imágenes mentales para anticipar resultados, validar soluciones y comparar configuraciones, movilizandohabilidades como el análisis figura–fondo y la discriminación visual (Del Grande, 1990; Gutiérrez, 1996). Desde una perspectiva cognitiva, el trabajo geométrico implica la articulación entre visualización, construcción y razonamiento sobre representaciones (Duval, 1998).

Los juegos de mesa con componentes geométricos permiten estudiar estas demandas al exigir composición, transformación y verificación de resultados (De Guzmán, 1989). En *Colour Code*, los retos se resuelven reconstruyendo una imagen objetivo mediante piezas transparentes superpuestas; por ello, variaciones en orientación, solape o contraste pueden modificar la interpretación visual.

Aunque se ha mostrado el potencial del juego para movilizar habilidades de visualización durante la resolución (Ribera Puchades et al., 2024), existe menos evidencia sobre el paso de resolver retos a diseñar piezas que amplíen las posibilidades de proponer retos con imágenes objetivo visualmente complejas.

Figura 1

Alumnado realizando la experiencia a través del juego Colour Code



El objetivo de este estudio es analizar, mediante una rúbrica de potencial visual basada en el conjunto original de *Colour Code*, cómo alumnado con talento matemático diseña nuevas piezas que amplían las posibilidades de crear retos con imágenes objetivo visualmente complejas, identificando qué rasgos geométricos y visuales —complejidad geométrica, orientación relevante, ambigüedad figura-fondo y superposición— explican dicho potencial.

MARCO TEÓRICO

Visualización en geometría: representaciones, procesos y habilidades

La visualización ocupa un lugar central en educación matemática por su papel en la construcción, interpretación y uso de representaciones para comprender ideas y explorar relaciones (Arcavi, 2003). Revisiones recientes subrayan, además, la necesidad de caracterizar las visualizaciones según su tipo, medio y propósito de uso (Schoenherr y Schukajlow, 2024). En geometría, el marco de Gutiérrez (1996) la organiza en imágenes mentales, representaciones externas, procesos y habilidades de visualización, lo que resulta pertinente cuando se interpretan configuraciones planas generadas por superposición. Desde un enfoque cognitivo, la actividad geométrica implica coordinar visualización, construcción y razonamiento sobre registros de representación (Duval, 1998).

En este estudio interesan habilidades visuales como percepción figura-fondo, discriminación visual y rotación mental, relevantes para seleccionar elementos, controlar invariantes y validar configuraciones (Del Grande, 1990; Maier, 1996). También se ha señalado la importancia de analizar errores en la identificación de representaciones geométricas (Flores-Lamolda y Ramírez-Uclés, 2025), y en alumnado con talento se ha observado que las habilidades de visualización manifestadas en tareas geométricas pueden diferir de las medidas psicométricas tradicionales (Ramírez-Uclés y Flores, 2017).

Juegos geométricos, demanda visual y talento matemático

Los entornos lúdicos pueden promover actividad matemática significativa al combinar reglas, objetivos, estrategias y verificación de soluciones (De Guzmán, 1989). En juegos de mesa con componentes geométricos se ha señalado su potencial para favorecer habilidades espaciales vinculadas a la visualización (Chung et al., 2017). En *Colour Code*, la resolución exige interpretar

una imagen objetivo y reconstruirla mediante superposición; estudios previos han mostrado que esta dinámica moviliza discriminación visual y análisis figura–fondo (Ribera Puchades et al., 2024).

En relación con el talento matemático, se han descrito rasgos como uso eficiente de estrategias, flexibilidad y atención a estructuras en tareas complejas (Krutetskii, 1976; Passow, 1993). La literatura sobre visualización y talento subraya que no basta con producir imágenes, sino que estas deben articularse con estructuras matemáticas para controlar y verificar soluciones (Presmeg, 1986; Stylianou y Pitta-Pantazi, 2002). En este sentido, el diseño de nuevas piezas para *Colour Code* constituye un contexto adecuado para estudiar cómo se introducen propiedades geométricas y visuales orientadas a ampliar las posibilidades de crear retos con imágenes objetivo complejas.

MÉTODO

Diseño del estudio

Se llevó a cabo un estudio cualitativo descriptivo-interpretativo de análisis de piezas diseñadas como producciones del alumnado (Rico, 2012) y en la relación entre rasgos geométricos del diseño y su potencial para participar en retos con imágenes objetivo visualmente complejas junto con otras piezas. Se adoptó un estudio de caso exploratorio (Simons, 2009) con múltiples unidades de análisis (7 parejas) y procedimientos de clasificación deductiva para asegurar consistencia (Mayring, 2014).

Participantes y contexto

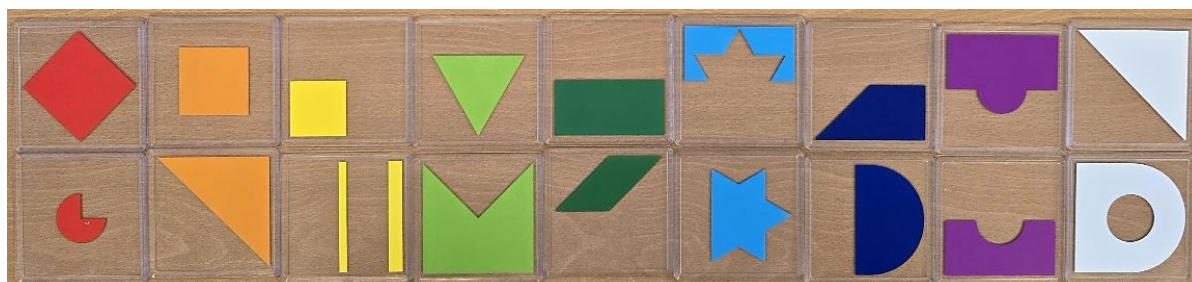
La experiencia se desarrolló en el programa MENTORiment (Illes Balears), dirigido a alumnado con altas capacidades seleccionado mediante prueba de talento. Participaron 14 estudiantes (16–18 años), organizados en 7 parejas (E1–E7), codificadas para garantizar anonimato. Esta muestra permite explorar el diseño de piezas en alumnado previamente identificado con altas capacidades, sin establecer comparaciones con otros perfiles. Este contexto es pertinente por la relación descrita entre talento matemático y uso eficiente de representaciones y razonamiento visual en tareas complejas (Passow, 1993; Krutetskii, 1976; Arcavi, 2003).

Materiales y tarea de diseño

Colour Code utiliza piezas transparentes con patrones de color que, al superponerse, generan imágenes bidimensionales; la superposición implica decisiones geométricas y perceptivas (encaje, orientación, coincidencia parcial y discriminación de regiones), constituyendo un contexto natural para estudiar la demanda de visualización (Gutiérrez, 1996; Arcavi, 2003). Se trabajó con el conjunto original (Figura 2). Cada pareja diseñó dos piezas nuevas usando el color negro, previamente asignado para la actividad y no presente en el conjunto original, manteniendo formato y medidas; una pareja solo completó una pieza por falta de tiempo. La sesión (3 horas) incluyó: (1) análisis matemático del conjunto original y de la progresión de niveles; (2) diseño con la consigna de crear piezas que pudieran incorporarse al juego y facilitar la construcción de retos visualmente más exigentes, con comprobaciones mediante pruebas propias y juego/intercambio entre parejas.

Figura 2

Conjunto de piezas originales del juego Colour Code



Se analizaron: (a) 13 fotografías de las piezas diseñadas (Figura 3) y, como línea base, imágenes de las 18 piezas originales (Figura 2); (b) bocetos y versiones intermedias; (c) diarios/notas de diseño; y (d) retos creados con las nuevas piezas. La triangulación de piezas diseñadas, bocetos, notas de diseño y retos permite interpretar el producto y las decisiones geométricas y visuales subyacentes.

Instrumento de análisis

Se elaboró una rúbrica analítica para caracterizar el potencial de una pieza para participar en retos con imágenes objetivo visualmente complejas, entendido como su capacidad para incrementar la complejidad de los retos y la demanda de visualización durante la resolución. La rúbrica se diseñó de forma deductiva tomando como referencia la geometría y el funcionamiento del conjunto original y la progresión de niveles del juego.

La rúbrica integra cuatro dimensiones, cada una valorada en una escala ordinal 1–4:

- Complejidad geométrica / partición del plano (CG): grado de fragmentación de la región coloreada, considerando número de regiones/componentes, conectividad y patrones internos; los intervalos actúan como umbrales ordinales de fragmentación. Niveles: 1 = región única conectada, simple y sin fragmentación; 2 = 2–4 regiones/componentes; 3 = fragmentación alta (5–7 regiones/componentes o patrones que generan varias zonas relevantes); 4 = ≥ 8 regiones o fragmentación fina con islas/huecos.
- Simetrías y orientaciones relevantes (OR): efecto de la rotación en la generación de configuraciones visualmente diferenciables y restricciones distintas. Niveles: 1 = una orientación relevante por simetría/equivalencia; 2 = dos orientaciones no equivalentes; 3 = cuatro orientaciones no equivalentes; 4 = orientaciones casi equivalentes que generan configuraciones visualmente próximas pero no idénticas.
- Ambigüedad figura–fondo y discriminación visual (FF): dificultad para identificar la región relevante y distinguirla del fondo o de regiones superpuestas. Niveles: 1 = lectura nítida; 2 = ambigüedad local; 3 = ambigüedad en varias zonas; 4 = ambigüedad alta y extendida.
- Potencia de superposición (SP): se consideró solape relevante aquel que modifica la imagen objetivo, oculta/revela regiones necesarias o introduce restricciones para decidir piezas y orientaciones válidas. Niveles: 1 = escasos; 2 = moderados; 3 = numerosos; 4 = altamente restrictivos, con múltiples configuraciones alternativas relevantes.

El índice global de potencial visual se obtuvo como la mediana de (CG, OR, FF, SP), redondeando hacia arriba en caso de 0,5, evitando infravalorar piezas con dos dimensiones situadas en el nivel superior. Se empleó la mediana por tratarse de una escala ordinal y para evitar que un único valor extremo determinara la clasificación global. Por ejemplo, el cuadrado rojo con orientación diagonal se codificó como CG1, OR1, FF1 y SP1 por su baja fragmentación, equivalencia entre rotaciones, lectura nítida y escasos solapes restrictivos. En cambio, una pieza nueva formada por cuatro puntos desconexos se codificó con FF3 y SP4 porque exige discriminación fina y genera restricciones locales al combinarse con otras piezas.

Análisis del conjunto original

Para uniformizar criterios, se codificaron las 18 piezas originales con la rúbrica (Tabla 1). Se incorporó un criterio contextual: las piezas blancas se consideraron con mayor ambigüedad figura–fondo por su superposición sobre el fondo habitual blanco, incrementando la demanda de discriminación visual (Del Grande, 1990). Este análisis de partida permitió situar descriptivamente los perfiles de las piezas nuevas en relación con las características geométrico-visuales del conjunto original. No se realizó un análisis exhaustivo de los retos oficiales por nivel; el conjunto original se utilizó como referencia geométrico-visual para calibrar la rúbrica.

Análisis de las piezas diseñadas

El análisis se desarrolló en tres fases: (1) clasificación y descripción de piezas (originales y nuevas), elaborando una ficha por pieza y justificando cada decisión con evidencias observables (componentes/regiones, orientaciones no equivalentes y patrones de superposición); los resultados se sintetizaron en dos tablas (conjunto original y diseño del alumnado). (2) análisis del proceso de diseño: los bocetos y notas se utilizaron como apoyo interpretativo para reconstruir decisiones de diseño (selección de formas, complementariedad, orientación y pruebas), interpretados desde la visualización como interacción entre representaciones externas e imágenes mentales y como activación de habilidades de visualización (Gutiérrez, 1996). (3) vinculación con la complejidad de los retos construidos: análisis de retos creados para describir cómo orientación y superposición se traducen en incrementos del potencial visual (más restricciones, mayor dependencia de la orientación y aparición de configuraciones casi equivalentes).

Los tres firmantes realizaron codificación independiente y sesiones de contraste para resolver discrepancias y acordar criterios finales, dejando registro de decisiones; algunos valores se ajustaron tras el contraste (p. ej., orientación relevante o discriminación visual en piezas con elementos pequeños), manteniendo trazabilidad del cambio (Mayring, 2014). No se incorporó una validación empírica externa; por ello, el índice global se interpreta como una estimación potencial basada en rasgos geométricos, orientación, figura–fondo y superposición, complementada con el tipo de retos.

RESULTADOS

La codificación del conjunto original (Tabla 1) muestra que la mayoría de piezas se codifican con índice global 2 de potencial visual, pocas alcanzan índice 1 (formas simples, alta simetría y baja potencia de superposición) y varias en índice global 3, asociadas sobre todo a (a) ambigüedad figura–fondo (especialmente en piezas blancas sobre fondo blanco) y (b) superposiciones con alta capacidad de generar restricciones. La Tabla 1 presenta las piezas originales siguiendo el orden de la Figura 2.

Tabla 1

Piezas originales de Colour Code y codificación del potencial visual

ID	Descripción	Dimensiones				Índice global
		<i>CG</i>	<i>OR</i>	<i>FF</i>	<i>SP</i>	
O1	Rojo cuadrado con orientación diagonal	1	1	1	1	1
O2	Rojo cuarto de círculo	1	3	1	2	2
O3	Naranja cuadrado	1	1	1	2	1
O4	Naranja triángulo rectángulo	1	3	1	3	2
O5	Amarillo cuadrado pequeño	1	1	1	2	1
O6	Amarillo dos barras	2	2	2	3	2
O7	Verde triángulo	1	3	1	2	2
O8	Verde "bandera" (muesca en V)	2	2	1	2	2
O9	Verde rectángulo	1	2	1	2	2
O10	Verde paralelogramo	1	2	1	2	2
O11	Cian "corona" (tres picos)	2	2	2	3	2
O12	Cian bloque con hueco en "estrella"	3	2	2	4	3
O13	Azul trapecio	1	3	1	2	2
O14	Azul semicírculo	1	2	1	2	2

ID	Descripción	Dimensiones				Índice global
		CG	OR	FF	SP	
O15	Morado "cúpula" (semicírculo arriba)	1	2	1	2	2
O16	Morado "U" con muesca semicircular	2	2	2	3	2
O17	Blanco triángulo grande	1	3	3	3	3
O18	Blanco arco con hueco circular	2	2	3	3	3

En las piezas diseñadas por el alumnado (Tabla 2) se identifican varias piezas con alto potencial para generar restricciones visuales: predomina el índice global 2, aparece un grupo de índice global 3 (E4–P1, E4–P2, E6–P2 y E7–P1) y solo una pieza queda en índice global 1 (E2–P1). El potencial para generar retos visualmente complejos se apoya principalmente en la orientación relevante (OR) y la superposición (SP). La Tabla 2 mantiene la codificación por parejas E1–E7 utilizada en la Figura 3.

Tabla 2

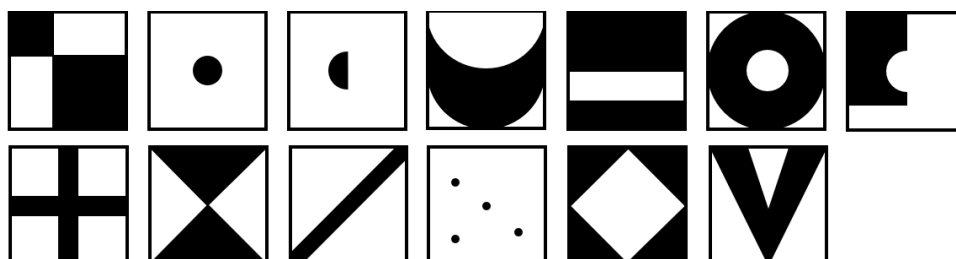
Piezas diseñadas por el alumnado y codificación del potencial visual

Pareja	Pieza	Descripción	Dimensiones				Índice global
			CG	OR	FF	SP	
E1	P1	Dos cuadrados en diagonal	2	2	1	2	2
E1	P2	Cruz (concavidades)	2	1	2	3	2
E2	P1	Círculo pequeño (menor que el rojo)	1	1	1	2	1
E2	P2	Partición triangular (ocultar triángulos)	2	2	1	3	2
E3	P1	Semicírculo/sector pequeño	1	3	1	3	2
E3	P2	Banda diagonal	1	2	2	3	2
E4	P1	Luna/creciente (interacción con O18)	2	3	2	4	3
E4	P2	Cuatro puntos desconexos	2	3	3	4	3
E5	P1	Dos franjas negras (arriba/abajo)	2	2	1	2	2
E5	P2	Complementaria del cuadrado rojo (diagonal)	2	1	1	3	2
E6	P1	Anillo/corona circular (envolver círculo rojo)	2	1	2	3	2
E6	P2	Forma en V (interacción con triangulares)	2	3	2	3	3
E7	P1	Variante "morada recortada" con mordida	2	3	1	3	3

El análisis por dimensiones identifica tres mecanismos principales: (i) Orientación relevante (OR), cuando la rotación genera resultados no equivalentes (p. ej., E6–P2, E7–P1, E4–P1), restringiendo configuraciones posibles; (ii) superposición (SP), cuando la pieza introduce solapes significativos y restricciones o configuraciones alternativas, destacando E4–P1 y E4–P2 (SP4) por su carácter selectivo y la generación de configuraciones casi válidas, así como E5–P2 y E6–P1 por complementariedad con piezas originales; y (iii) Discriminación visual y figura–fondo (FF), relevante cuando el diseño incorpora elementos pequeños o bordes curvos que aumentan el esfuerzo perceptivo bajo solape, como E4–P2 cuyos puntos desconexos (FF3) exigen una discriminación fina.

Figura 3

Piezas creadas por el alumnado (E1–E7).



A partir del análisis comparativo se identifican tres familias de diseño: (1) complementarias/derivadas del conjunto original (p. ej., E5–P2 y E7–P1; también E4–P1 por su interacción con la pieza blanca O18), orientadas a aumentar restricciones por encaje; (2) intersección dirigida (p. ej., E3–P2 y E6–P2), que limita familias geométricas —como triangulares— y concentra el potencial visual en OR y SP; y (3) selectividad extrema (E4–P2), con marcadores puntuales que incrementan SP y FF al exigir validación muy precisa. En conjunto, las piezas del alumnado se caracterizan menos por aumentar CG y más por una intencionalidad funcional: orientar, complementar o seleccionar configuraciones mediante la superposición al combinarse con otras piezas.

DISCUSIÓN

Un resultado relevante es que el potencial para generar retos visualmente complejos no proviene principalmente de aumentar la partición del plano (CG), sino de diseñar piezas que modulan la interacción con el conjunto original mediante orientación (OR) y superposición (SP). Este hallazgo es coherente con la visualización entendida como coordinación entre representaciones externas e imágenes mentales para anticipar, validar y discriminar configuraciones (Gutiérrez, 1996; Arcavi, 2003). En este sentido, el alumnado diseña piezas con mayor capacidad para aumentar la carga visual estratégica (rotaciones no equivalentes, encajes y configuraciones casi equivalentes), lo que resulta especialmente pertinente en un juego basado en capas, donde la dificultad no depende tanto de la complejidad de una pieza aislada como de la complejidad de su combinación con otras piezas.

Además, la naturaleza de varias piezas sugiere comportamientos compatibles con perfiles de alumnado con talento matemático: búsqueda de soluciones eficaces, atención a detalles estructurales y uso estratégico de recursos geométricos (Krutetskii, 1976; Passow, 1993). En vez de producir piezas recargadas, aparecen diseños basados en principios geométricos simples (complementariedad, recorte), lo que puede interpretarse como un uso eficiente de recursos geométricos para maximizar restricciones y, por tanto, aumentar el potencial de crear retos con imágenes objetivo más complejas. Este resultado enlaza con la idea de que las imágenes pueden actuar como soporte para operar matemáticamente y establecer relaciones (Arcavi, 2003), y con trabajos que vinculan visualización y talento matemático (Presmeg, 1986; Stylianou y Pitta-Pantazi, 2002). Aquí, la operación clave es la superposición: diseñar una pieza implica prever cómo se construyen y transforman imágenes globales a partir de partes visibles/ocultas. Asimismo, la comparación con el conjunto original confirma que la ambigüedad figura–fondo se concentra en piezas blancas sobre fondo blanco, aunque también puede aparecer en solapes entre piezas del mismo color o regiones visualmente similares, mientras que en las piezas del alumnado aumenta cuando aparecen elementos pequeños o bordes que exigen una discriminación más fina, reforzando la relevancia de habilidades específicas como figura–contexto y discriminación visual (Del Grande, 1990; Maier, 1996; Gutiérrez, 1996). Desde el punto de vista didáctico, estos resultados sugieren orientar el diseño de piezas hacia criterios explícitos de orientación, superposición y validación, más allá de hacer la pieza más compleja por fragmentación, y secuenciar la demanda visual desde SP1–SP2 hacia SP3–SP4 incorporando progresivamente la dependencia de orientación (OR) y la gestión de ambigüedad perceptiva (FF).

Este estudio interpreta el índice global como una estimación ordinal del potencial visual de las piezas basado en rasgos geométricos y visuales, sin una validación empírica externa que mida errores o tasa de éxito, ni una comparativa con alumnado ordinario. Por tanto, las puntuaciones de la rúbrica no deben interpretarse como dificultad de una pieza aislada, sino como una estimación ordinal de su potencial para participar en retos con imágenes objetivo visualmente más complejas al combinarse con otras piezas. Futuras investigaciones podrían complementar la rúbrica con un protocolo breve de validación empírica y explorar si los retos con imágenes objetivo que incorporan piezas con SP4 se traducen en mayores tasas de error o en patrones específicos de dificultades de visualización. Asimismo, sería relevante analizar con más detalle cómo las verbalizaciones del proceso de diseño reflejan la articulación entre imagen mental, representación externa y procesos de visualización (Gutiérrez, 1996).

Referencias

- Arcavi, A. (2003). The role of visual representations in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 52(3), 215-241. <https://doi.org/10.1023/A:1024312321077>
- Chung, C.-C., Hsu, Y.-C., Yeh, R.-C. y Lou, S.-J. (2017). The influence of board games on mathematical spatial ability of grade 9 students in junior high school. *PEOPLE: International Journal of Social Sciences*, 3(1), 120-143. <https://doi.org/10.20319/pijss.2017.31.120143>
- Del Grande, J. J. (1990). Spatial sense. *Arithmetic Teacher*, 37(6), 14-20. <https://doi.org/10.5951/AT.37.6.0014>
- De Guzmán, M. (1989). Juegos y matemáticas. *Suma*, 4, 61-64.
- Duval, R. (1998). Geometry from a cognitive point of view. En C. Mammana y V. Villani (Eds.), *Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21st Century* (pp. 37-51). Kluwer.
- Flores-Lamolda, L. y Ramírez-Uclés, R. (2025). Errores en la identificación de representaciones geométricas y algebraicas de las propiedades aritméticas. En M. Burgos, M. C. Cañadas, J. M. Marbán e I. Polo-Blanco (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXVIII* (pp. 180-187). SEIEM.
- Gutiérrez, A. (1996). Visualization in 3-dimensional geometry: In search of a framework. En L. Puig y A. Gutiérrez (Eds.), *Proceedings of the 20th PME Conference* (Vol. 1, pp. 3-19). Universidad de Valencia.
- Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in schoolchildren*. University of Chicago Press.
- Maier, P. H. (1996). Spatial geometry and spatial ability: How to make solid geometry solid? En H.-G. Weigand, E. Cohors-Fresenborg, A. Peter-Koop, H. Maier, K. Reiss, G. Törner, B. Wollring, y K. Houston (Eds.), *Developments in Mathematics Education in Germany: Selected Papers from the Annual Conference on Didactics of Mathematics, Regensburg, 1996* (pp. 69-81). Goettingen State and University Library. <https://webdoc.sub.gwdg.de/ebook/e/gdm/1996/index.html>
- Mayring, P. (2014). *Qualitative content analysis: Theoretical foundation, basic procedures and software solution*. Klagenfurt. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssolar-395173>
- Passow, A. (1993). National/State policies regarding education of the gifted. En K. Heller, F. Mönks, y A. H. Passow (Eds.), *International handbook of research and development of giftedness and talent* (pp. 29-46). Pergamon Press.
- Presmeg, N. (1986). Visualization and mathematical giftedness. *Educational Studies in Mathematics*, 17(3), 297-311. <https://doi.org/10.1007/BF00305075>
- Ramírez-Uclés, R. y Flores, P. (2017). Habilidades de visualización de alumnos con talento matemático: Comparativa entre los test psicométricos y las habilidades de visualización manifestadas en tareas geométricas. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(2), 179-196. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2152>
- Ribera Puchades, J. M., Rotger García, L. y Petro Balaguer, A. B. (2024). Desarrollo de habilidades de pensamiento computacional y visualización a través del juego de mesa Colour Code. *Quadrante: Revista de Investigação em Educação Matemática*, 33(2), 244-266. <https://doi.org/10.48489/quadrante.36881>
- Rico, L. (2012). Aproximación a la investigación en didáctica de la matemática. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 1(1), 39-63. <https://doi.org/10.35763/aiem.v1i1.4>
- Schoenherr, J. y Schukajlow, S. (2024). Characterizing external visualization in mathematics education research: A scoping review. *ZDM-Mathematics Education*, 56, 73-85. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01494-3>
- Simons, H. (2009). *Case study research in practice*. SAGE.
- Stylianou, D. y Pitta-Pantazi, D. (2002). Visualization and high achievement in mathematics: A critical look at successful visualization strategies. En F. Hitt (Ed.), *Representations and mathematics visualization* (pp. 31-46). Cinvestav-IPN.