

Rosabel Roig-Vila (Ed.)

Investigación e innovación en la Enseñanza Superior

Nuevos contextos,
nuevas ideas

Rosabel Roig-Vila (Ed.)

**Investigación e innovación
en la Enseñanza Superior.
Nuevos contextos, nuevas
ideas**

Investigación e innovación en la Enseñanza Superior. Nuevos contextos, nuevas ideas

EDICIÓN:

Rosabel Roig-Vila

Comité científico internacional

Prof. Dr. Julio Cabero Almenara, Universidad de Sevilla

Prof. Dr. Antonio Cortijo Ocaña, University of California at Santa Barbara

Prof. Dra. Floriana Falcinelli, Università degli Studi di Perugia

Prof. Dra. Carolina Flores Lueg, Universidad del Bío-Bío

Prof. Dra. Chiara Maria Gemma, Università degli studi di Bari Aldo Moro

Prof. Manuel León Urrutia, University of Southampton

Prof. Dra. Victoria I. Marín, Universidad de Oldenburgo

Prof. Dr. Enric Mallorquí-Ruscalleda, Indiana University-Purdue University, Indianapolis

Prof. Dr. Santiago Mengual Andrés, Universitat de València

Prof. Dr. Fabrizio Manuel Sirignano, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa di Napoli

Comité técnico:

Jordi M. Antolí Martínez, Universidad de Alicante

Gladys Merma Molina, Universidad de Alicante

Revisión y maquetación: ICE de la Universidad de Alicante

Primera edición: octubre de 2019

© De la edición: Rosabel Roig-Vila

© Del texto: Las autoras y autores

© De esta edición:

Ediciones OCTAEDRO, S.L.

C/ Bailén, 5 – 08010 Barcelona

Tel.: 93 246 40 02 – Fax: 93 231 18 68

www.octaedro.com – octaedro@octaedro.com

ISBN: 978-84-17667-23-8

Producción: Ediciones Octaedro

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

NOTA EDITORIAL: Las opiniones y contenidos de los textos publicados en esta obra son de responsabilidad exclusiva de los autores.

4. El conocimiento geométrico de los/las estudiantes para maestro/a de educación infantil a través de una tarea de clasificación de cuadriláteros

Bernabeu, Melania¹; Moreno, Mar²; Llinares, Salvador³

¹Universidad de Alicante, melania.bernabeu@ua.es; ²Universidad de Alicante, mmoreno@ua.es;

³Universidad de Alicante, sllinares@ua.es

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es caracterizar el pensamiento geométrico de los/las estudiantes para maestro/a de educación infantil a través de una tarea de clasificación de cuadriláteros. Ser capaz de caracterizar el pensamiento geométrico de los/las estudiantes de educación infantil es una habilidad que podría ayudar a los/las futuros/as maestros/as a adquirir la competencia docente mirar profesionalmente (professional noticing) conceptualizada por Jacobs, Lamb y Philipp (2010). Los/las participantes son 50 estudiantes para maestro/a de educación infantil que cursaron la asignatura Aprendizaje de la Geometría durante el curso 2017-2018. Los datos son las respuestas de los/las estudiantes para maestro/a de infantil a una tarea sobre clasificación inclusiva de cuadriláteros y su definición a partir de la clasificación establecida, tras un módulo de enseñanza de la geometría diseñado ad hoc. Los resultados muestran que la mayoría de los/las futuros/as maestros/as de infantil tienen dificultades para realizar clasificaciones inclusivas con cuadriláteros y que a menudo las definiciones son independientes de la clasificación realizada. Concluimos que el conocimiento geométrico de los/las estudiantes para maestro/a de infantil está condicionado por la capacidad del uso del lenguaje y la habilidad para establecer relaciones entre los atributos de las figuras geométricas. Estas dificultades son un obstáculo para que los/las estudiantes para maestro/a adquieran la mirada profesional necesaria para desarrollar el pensamiento geométrico de los/las alumnos/as de infantil.

PALABRAS CLAVE: pensamiento geométrico, clasificación inclusiva, definiciones de figuras geométricas, enseñanza de Geometría.

1. INTRODUCCIÓN

La formación del maestro/a de infantil se caracteriza por el estudio y la reflexión de algunos aspectos conceptuales y didácticos de aritmética, geometría y medida. En concreto, en esta investigación, prestamos especial atención al aprendizaje de los conceptos geométricos. El aprendizaje de la geometría es un proceso gradual, se inicia con el reconocimiento perceptual, continúa con el reconocimiento de atributos y finalmente, se consolida con el reconocimiento de atributos en la definición del concepto (Battista, 2007). La capacidad de establecer relaciones entre los atributos de figuras geométricas determinando el criterio de clasificación de estas, evidencia el conocimiento de los atributos relevantes que permiten definir un concepto geométrico (González, 2005). Este proceso asume que los niveles del desarrollo del pensamiento geométrico propuesto por van Hiele, admiten grados de razonamiento y diferencias en el discurso de los estudiantes (Clements, Swaminathan, Hannibal, & Sarama, 1999). Para esta investigación, solo vamos a describir los tres primeros niveles, los cuales describen el proceso de comprensión de las relaciones entre las figuras geométricas (Battista, 2007; Clements y Battista, 1992; Shaughnessy y Burger, 1985):

- *Nivel 1. Visual.* Los/as estudiantes reconocen las figuras geométricas por su apariencia física de forma global, pues aún no son capaces de reconocer las partes ni propiedades de las figuras. Definen el objeto por comparación con prototipos familiares, por ejemplo, un rectángulo es como una puerta.
- *Nivel 2. Analítico.* Los/as alumnos/as reconocen partes y propiedades de las figuras geométricas y son capaces de describirlas. Definen un objeto geométrico a través de una lista de propiedades relevantes e irrelevantes, sin tener en cuenta las que son necesarias para definir el concepto geométrico. Sin embargo, no saben establecer relaciones entre los atributos para realizar clasificaciones inclusivas, sino que realizan clasificaciones partitivas, teniendo en cuenta la influencia visual de las propiedades (un triángulo equilátero no es un tipo de triángulo isósceles porque tiene tres lados iguales)
- *Nivel 3. Relacional.* Los/as estudiantes son capaces de aportar una definición matemática mediante el conjunto mínimo necesario de propiedades. Los/as estudiantes son capaces de establecer relaciones entre las clases a partir de las propiedades de las definiciones realizando clasificaciones inclusivas (un triángulo equilátero es un tipo de triángulo isósceles porque al menos tiene dos lados iguales).

Para describir este proceso, Tall y Vinner (1981) introdujeron las ideas de definición del concepto e imagen del concepto. La *definición del concepto* es “una descripción discursiva para especificar ese concepto” (Tall y Vinner, 1981, p. 152) aceptada por la comunidad matemática. Mientras que, la *imagen del concepto* es “la estructura cognitiva total que se asocia con el concepto, que incluye todas las imágenes mentales, propiedades y procesos asociados” (Tall y Vinner, 1981, p.152). La imagen del concepto puede incluir imágenes, por ejemplo, las prototípicas, que son inapropiadas y contradicen la definición del concepto (Levenson, Tirosh, y Tsamir, 2011), pues están constituida por atributos relevantes, que caracterizan el concepto, e irrelevantes, como el color, tamaño, posición, lo cual puede contradecir la definición de un determinado concepto. Así, un estudiante puede no llegar a reconocer un triángulo escaleno como un tipo de triángulo por no ser un triángulo equilátero (prototípico), aunque sea un polígono de tres lados.

La imagen del concepto, a diferencia de la definición del concepto, se forma a lo largo de los años a través de experiencias y se va modificando a medida que los estudiantes se encuentran con nuevos estímulos y construyen el conocimiento. Por ello, la adquisición de los conceptos viene determinada por un conjunto de factores que deben tomarse en cuenta al diseñar ambientes instruccionales para propiciar el aprendizaje de estos. Entre ellos están: las experiencias y conocimientos previos; la heterogeneidad en la forma que se representan los ejemplos de conceptos; los ejemplos y contraejemplos que se emplean para identificar los atributos definitorios del concepto; la cantidad de ejemplos empleados; o la información pertinente para ejemplificar el concepto (González, 2005).

Investigaciones previas han mostrado la relación entre las definiciones equivalentes que podemos generar para las figuras geométricas y las relaciones inclusivas que pueden derivarse (Bernabeu, Moreno, y Llinares, 2017; Fujita y Jones, 2007). Sin embargo, algunos/as estudiantes muestran errores permanentes a lo largo de los distintos niveles educativos, incluso llegan a perdurar durante su formación para maestro/a, por lo que, si no son subsanados durante esta formación, pueden ser transmitidos a sus futuros alumnos/as (Contreras & Blanco, 2001).

En los últimos años, las asignaturas de didáctica de la matemática de los grados de maestro/a en educación infantil de la Universidad de Alicante se han centrado en fomentar propuestas for-

mativas que favorecieran la adquisición y desarrollo de la competencia docente *mirar profesionalmente* el pensamiento matemático de los/las alumnos/as en situaciones de enseñanza-aprendizaje, diseñando e implementando módulos específicos como, por ejemplo, resolución de problemas en Fernández, Llinares y Valls (2013); clasificación de cuadriláteros en Llinares, Fernández y Sánchez-Matamoros (2016); medidas en Sánchez-Matamoros, Moreno, Callejo y Valls (2016).

Según Jacobs, Lamb y Philipp (2010) esta perspectiva se basa en la adquisición de tres destrezas interrelacionadas: (i) *identificar* los elementos relevantes en las respuestas de los estudiantes; (ii) *interpretar* la comprensión de los estudiantes; y (iii) *decidir* las acciones a desarrollar en clase. Investigaciones sobre la adquisición de la competencia docente *mirar profesionalmente* han concluido que el conocimiento de las nociones matemáticas involucradas en los conceptos tratados con los niños/as es una condición necesaria para interpretar el pensamiento matemático de estos/tas, así como para tomar decisiones que favorezcan la progresión en su aprendizaje (Bernabeu, Moreno y Llinares, 2018; Sánchez-Matamoros, Moreno y Valls, 2018).

Estudios, pertenecientes a otras perspectivas diferentes a la mirada profesional, pero cuyo foco de atención es el desarrollo del pensamiento geométrico de los/las estudiantes para maestro/a concluyen que la falta de comprensión de los futuros/as maestros/as sobre los conceptos geométricos, el peso de las imágenes prototípicas para identificar atributos relevantes de las figuras geométricas, la formulación de definiciones redundantes o incorrectas, o la incapacidad de realizar clasificaciones inclusivas (Blanco y Contreras, 2012; Contreras y Blanco, 2001; Escudero-Domínguez y Carrillo, 2014; Gutiérrez y Jaime, 1996; entre otros) condicionan su actuación como docentes.

Sin embargo, todavía son escasas las investigaciones sobre el conocimiento geométrico que presentan los/as estudiantes para maestros/as de infantil sobre los procesos de definición y clasificación de objetos geométricos. Así, el objetivo de esta investigación es:

- caracterizar el pensamiento geométrico de los/las estudiantes para maestro/a de educación infantil a través de una tarea de clasificación de cuadriláteros.

2. MÉTODO

2.1. Descripción del contexto y de los participantes

Los participantes de esta investigación fueron cincuenta estudiantes del grado de maestro/a en educación infantil, que cursaron la asignatura de Aprendizaje de la Geometría durante el curso 2017-2018. Estos estudiantes participaron en un módulo de enseñanza de 6 horas diseñado *ad hoc*, sobre conceptos básicos geométricos, desarrollo de la comprensión de los conceptos geométricos según Van Hiele (Battista, 2007; Clements & Battista, 1992; Shaughnessy y Burger, 1985) y los procesos de instrucción para el desarrollo del pensamiento geométrico en alumnos/as de educación infantil. Los datos de esta investigación proceden de las respuestas a una tarea de clasificar un conjunto de cuadriláteros y definir estos a partir de la clasificación realizada.

Este módulo de enseñanza proporcionaba diferentes posibilidades de observar y realizar clasificaciones de figuras geométricas. Los/as estudiantes para maestro/a de infantil tuvieron oportunidades tanto de identificar el/los criterios de clasificación de una clasificación establecida, como la de realizar clasificaciones de figuras geométricas a partir del/los criterios de clasificación seleccionados por ellos/as. En este sentido, se concedió especial importancia al uso de los cuantificadores para establecer clasificaciones disjuntas e inclusivas. Asimismo, trabajaron el papel de las definiciones con relación a las clasificaciones y la definición mínima.

2.2. Instrumentos

La tarea usada como instrumento de investigación consistía en realizar una clasificación inclusiva de cinco cuadriláteros: trapecio isósceles, rectángulo, cometa, rombo y cuadrado usando como criterio de clasificación las características de sus ejes de simetría. Asimismo, a partir de la clasificación realizada, debían definir cada uno de estos cuadriláteros.

Las características de los ejes de simetría de esos cuadriláteros que permiten generar subgrupos son: el número de ejes de simetría y la coincidencia de estos con las diagonales. Por ejemplo, una forma de clasificar los cuadriláteros dados se puede observar en la Figura 1 y las definiciones derivadas de esta clasificación serían:

- Trapecio isósceles: cuadrilátero con solo un eje de simetría.
- Cometa: trapecio isósceles que tiene como eje de simetría una de sus diagonales.
- Rectángulo: cuadrilátero con dos ejes de simetría.
- Rombo: rectángulo cuyas dos diagonales son ejes de simetría.
- Cuadrado: rombo con cuatro ejes de simetría de los cuales dos coinciden con sus diagonales y dos no coinciden con estas.

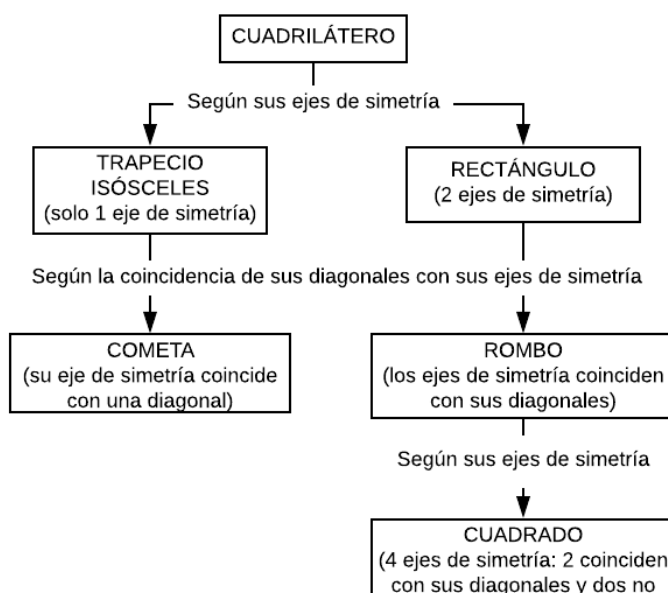


Figura 1. Clasificación inclusiva de cuadriláteros según las características de sus ejes de simetría.

2.3. Procedimiento

Los datos de esta investigación son las respuestas de los participantes a la tarea propuesta. Analizamos las cincuenta respuestas de los estudiantes para maestro/a de educación infantil fijándonos en la idoneidad de la clasificación junto con la definición atendiendo a cuatro criterios de análisis (Tabla 1): (a) el uso de los cuantificadores para determinar la clase de cuadrilátero; (b) el tipo de relaciones establecidas para clasificar los cuadriláteros (inclusivas o partitivas); (c) la coherencia de las definiciones aportadas tras la clasificación; y (d) si la definición era mínima o no, aportando más información de la necesaria.

Tabla 1. Rúbrica usada para caracterizar el pensamiento geométrico del estudiante para maestro/a de infantil a través de la clasificación de cuadriláteros.

Uso adecuado de cuantificadores	<ul style="list-style-type: none"> – Si se emplea el adverbio <i>solo</i> y se clasifican en dos grupos, en un grupo incluiríamos los cuadriláteros con <i>solo un eje de simetría</i> (trapezio isósceles y cometa) y en el otro grupo, los que tuvieran <i>dos ejes de simetría</i>, incluyendo en este grupo, tanto a los cuadriláteros con dos ejes de simetría (rombo y rectángulo) como a los que tuvieran más de dos ejes de simetría (<i>cuadrado</i>). – Si se emplea el adverbio <i>solo</i> y se clasifican en tres grupos, se debería usar el cuantificador <i>solo</i> en dos de los tres grupos: <i>solo un eje de simetría</i> (trapezio isósceles y cometa), <i>solo dos ejes de simetría</i> (rombo y rectángulo) y, <i>cuatro ejes de simetría</i> (<i>cuadrado</i>). – Si se emplea el cuantificador <i>al menos</i> y se clasifican en dos grupos, en uno de los grupos se especificaría <i>un eje de simetría</i> (trapezio isósceles y cometa) y, en el otro, <i>al menos dos ejes de simetría</i> (<i>cuadrado</i>, rombo y rectángulo).
Clasificación inclusiva entre los conceptos	Los conceptos que emergen de otros deben cumplir los atributos del concepto designado en el nivel anterior de clasificación, y que los conceptos correspondan con los criterios de clasificación.
Coherencia de las definiciones tras la clasificación	La definición debe estar relacionada con la clasificación, incluyendo al grupo (nivel superior de clasificación) al que pertenece. Por ejemplo, si el cuadrado emerge del rombo, la descripción del cuadrado debe contener la palabra rombo y que los atributos de este los contenga el cuadrado (p. ej. un cuadrado es un rombo [rectángulo cuyas dos diagonales coinciden con sus ejes de simetría] con cuatro ejes de simetría de los cuales dos coinciden con sus diagonales y dos no coinciden con estas).
Definición mínima	Las definiciones tienen que contener el mínimo de atributos posibles para describir el concepto geométrico, evitando información redundante o el uso inadecuado de los cuantificadores. Por lo tanto, el/la estudiante que no hace un uso adecuado de los cuantificadores, no puede proporcionar una definición mínima del concepto geométrico.

3. RESULTADOS

Las respuestas de los/as futuros/as maestros/as de infantil mostraban diferentes características del pensamiento geométrico en relación con las diversas formas de clasificar y definir los cuadriláteros. A partir de los cuatro criterios de la rúbrica, pudimos identificar tres grupos de estudiantes según el uso del conocimiento para establecer relaciones entre las clasificaciones y definiciones. Un grupo muy reducido de estudiantes (3 estudiantes), al que hemos denominado *Relaciones coherentes entre las clasificaciones y definiciones*, demostró que sabían establecer relaciones de inclusividad para clasificar los cuadriláteros y además eran capaces de definir los cuadriláteros a partir de la clasificación realizada. Otro grupo (19 estudiantes), designado *Dificultades con las relaciones inclusivas y con las definiciones mínimas*, demostró tener dificultades para realizar clasificaciones inclusivas sin embargo, eran capaces de proporcionar definiciones, no mínimas, aunque coherentes con la clasificación realizada. El tercer grupo, el más amplio (28 estudiantes), *No clasificaciones inclusivas ni definiciones*, no supieron establecer relaciones entre los atributos para realizar las clasificaciones, y no fueron capaces de definir los cuadriláteros a partir de la clasificación.

Tabla 2. Niveles de uso del conocimiento geométrico para clasificar y definir cuadriláteros reflejando diferentes niveles de desarrollo del pensamiento geométrico.

Niveles de uso del conocimiento	Relaciones inclusivas y definiciones mínimas	Dificultades con las relaciones inclusivas y con las definiciones mínimas	No clasificaciones inclusivas ni definiciones	Total
Estudiantes	3	19	28	50
Porcentaje	6%	38%	56%	100%

3.1. No clasificaciones inclusivas ni definiciones

La mayoría de los estudiantes de este grupo (56% de los estudiantes) no supieron hacer uso de los cuantificadores para determinar el criterio de clasificación, muchos de ellos no supieron clasificar los cuadriláteros, definieron los cuadriláteros por acumulación de atributos sin tener en cuenta las relaciones establecidas a partir de la clasificación, ni las definiciones mínimas de los cuadriláteros. Como se observa en la Figura 1, el estudiante E21 parece clasificar los cuadriláteros inclusivamente, sin embargo no aporta ningún criterio de clasificación, atributos que describan esa clase de cuadriláteros, ni justificación de porqué ha clasificado así. Por otro lado, las definiciones son reiterativas, pues por ejemplo define *cometa como un cuadrilátero y un trapezoide*, por lo que no comprende que el término trapezoide implica ser un cuadrilátero.

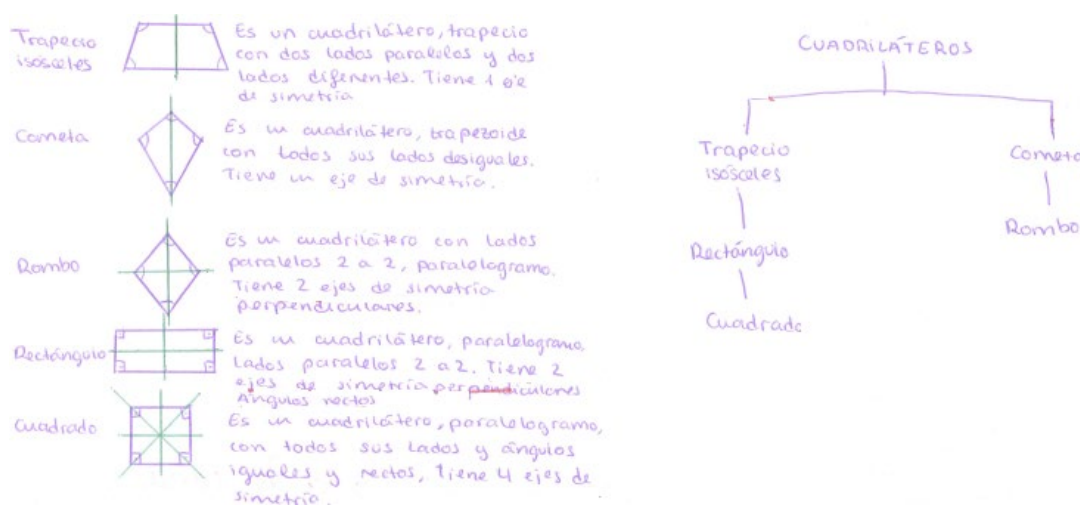


Figura 2. Clasificación inclusiva de cuadriláteros según las características de sus ejes de simetría (E21)

3.2. Dificultades con las relaciones inclusivas y con las definiciones mínimas

Más de un tercio de los estudiantes (38%) puso de manifiesto su dificultad para establecer relaciones de inclusividad sin embargo, mostraban evidencias del papel de la definición ya que fueron capaces de definir los cuadriláteros de manera coherente con la clasificación establecida aunque esta definición no fuera mínima. Todos los estudiantes de este grupo tenían dificultad para establecer relaciones de inclusividad. Por ejemplo, algunos estudiantes de este grupo, como el estudiante E16 (Figura 3), usaban de forma inadecuada los cuantificadores sin darse cuenta que el cuadrado, el cual tiene al menos un eje de simetría que coincide con la diagonal, también tiene al menos un eje de simetría que

no coincide con la diagonal (ambos criterios de clasificación), con lo cual, pertenece a ambos grupos. Por lo tanto, los/las estudiantes de este grupo no hicieron un uso adecuado del lenguaje para razonar sobre los conceptos geométricos. No obstante, podemos observar que las definiciones propuestas eran coherentes con la clasificación establecida, ya que describe los subgrupos (cuadrado) según el grupo al que pertenecen (rombo).

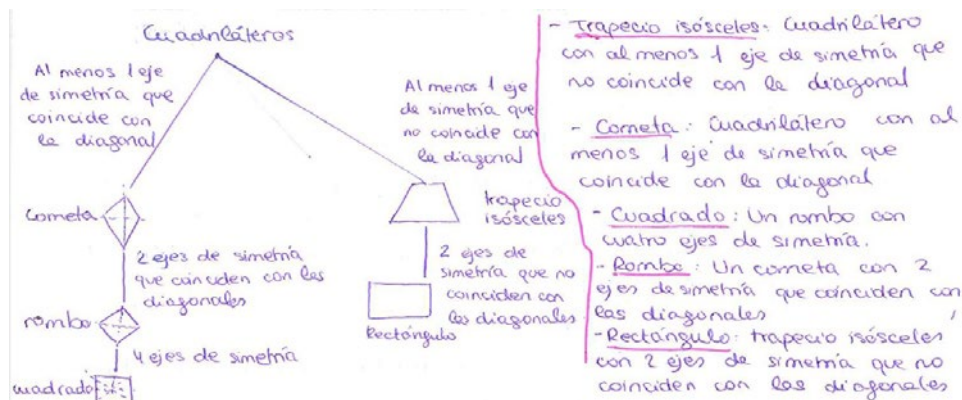


Figura 3. Clasificación inclusiva de cuadriláteros según las características de sus ejes de simetría (E16).

Otros estudiantes usaban adecuadamente los cuantificadores, sin embargo, las relaciones establecidas no eran de inclusividad. Al igual que los/las estudiantes anteriores, definieron los cuadriláteros de manera coherente a la clasificación propuesta si bien no eran mínimas, ya que a veces podían usar términos innecesarios. Un ejemplo de estos estudiantes es el estudiante E16 (Figura 4).

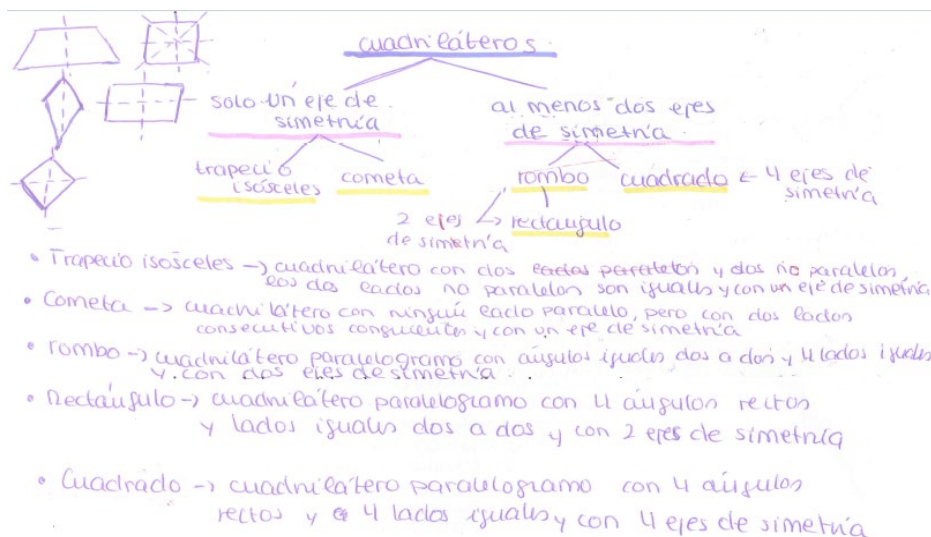


Figura 4. Clasificación inclusiva de cuadriláteros según las características de sus ejes de simetría (E39)

3.3. Relaciones inclusivas y definiciones mínimas

Tan solo tres estudiantes (6%) supieron realizar clasificaciones inclusivas y aportaron definiciones mínimas de los cuadriláteros a partir de las clasificaciones realizadas. Estos/as estudiantes hicieron un uso adecuado de los cuantificadores aportando el criterio de clasificación adecuado para realizar la clasificación inclusiva con los cuadriláteros. Además, definen estos conceptos inclusivamente y

usan los atributos mínimos para definir los conceptos. Una respuesta que evidencia esta relación es la del alumno/a E28 (Figura 5) que emplea los cuantificadores *solo un eje de simetría* y *con dos ejes de simetría*, lo cual incluye dos o más ejes de simetría, para determinar los dos grupos de cuadriláteros. Además, define cada cuadrilátero inclusivamente, aportando el concepto de cuadrilátero del cual procede, por ejemplo, el rombo como rectángulo cuyas diagonales son ejes de simetría, considerando el rectángulo como cuadrilátero con dos ejes de simetría, y aporta una definición mínima, sin dotar a esta de más información de la necesaria.

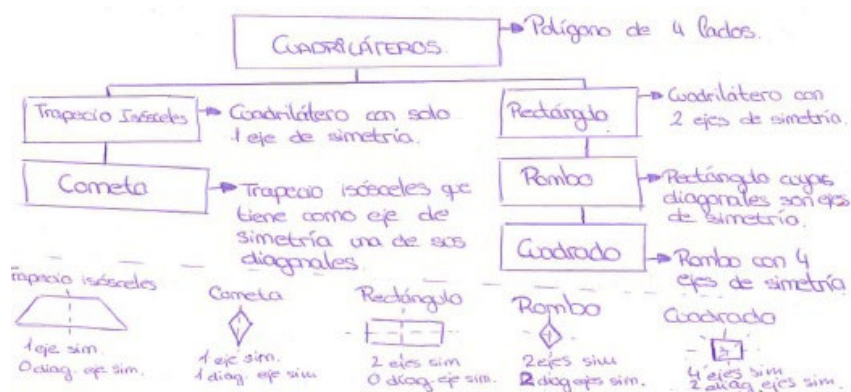


Figura 5. Clasificación inclusiva de cuadriláteros según las características de sus ejes de simetría (E28).

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El foco de esta investigación es caracterizar el pensamiento geométrico de los/as estudiantes para maestro/a de educación infantil a través de una tarea de clasificación de cuadriláteros donde se muestra la capacidad de establecer relaciones entre la clasificación y la definición aportada a partir del conocimiento geométrico que tengan los/as estudiantes. Los resultados muestran que la gran mayoría de los/las futuros/as maestros/as de infantil presentan una falta de comprensión sobre los conceptos geométricos (Blanco y Contreras, 2012; Contreras y Blanco, 2001; Escudero-Domínguez y Carrillo, 2014; Gutiérrez y Jaime, 1996), en concreto, de los cuadriláteros. Esta falta de comprensión manifestada por los/las estudiantes para maestro de infantil es propio de un nivel 2 de comprensión van Hiele, al ser capaces de reconocer atributos de los cuadriláteros, pero no establecer relaciones de tipo inclusivo. Su propia concepción de los cuadriláteros y la imagen del concepto que tienen de las figuras les impiden generar estas relaciones (Levenson, Tirosh, y Tsamir, 2011) y proponer definiciones no coherentes con las clasificaciones, en las que persisten definiciones de los cuadriláteros muy próximas a las características perceptuales observadas en sus dibujos.

El hecho de que los niveles del desarrollo del pensamiento geométrico propuesto por van Hiele, admiten grados de razonamiento y diferencias en el discurso de los estudiantes (Clements, Swaminathan, Hannibal, & Sarama, 1999), se evidencia con el reducido grupo de estudiantes para maestro/a que reconocieron los atributos de las figuras geométricas y, en algunos casos, los relacionaron para establecer clasificaciones inclusivas, aunque no fueran capaces de establecer relaciones entre los atributos a partir de las definiciones matemáticas; además, las definiciones no fueron mínimas, pues aportaron atributos relevantes e irrelevantes para la definición de los conceptos geométricos. Estos estudiantes estarían entre los niveles 2 y 3 de razonamiento.

Finalmente, encontramos tres estudiantes de los 50 que manifiestan características del nivel 3 de van Hiele al proporcionar definiciones mínimas de los cuadriláteros como resultado de las relaciones inclusivas entre los cuadriláteros. Asimismo, el nivel de sofisticación del lenguaje y la comprensión de las figuras geométricas que muestran es más desarrollado (Battista, 2007; Clements & Battista, 1992; Shaughnessy y Burger, 1985) y son los/las estudiantes para maestro/a que estarían en mejor situación para interpretar el pensamiento geométrico de los/las alumnos/as de infantil.

Esto evidencia que los/as futuros/as maestros/as de infantil necesitan adquirir un mayor conocimiento sobre los conceptos geométricos y hacer un uso más sofisticado del lenguaje que emplean en el razonamiento geométrico, para posteriormente aportar una educación de calidad a sus futuros alumnos/as. A partir de estos resultados hemos podido identificar dos características del pensamiento geométrico de los/as estudiantes para maestro/a de infantil: (a) la sofisticación del lenguaje en el razonamiento geométrico es característico para el desarrollo del pensamiento geométrico; y (b) la relación entre la capacidad del uso del lenguaje y la habilidad para establecer relaciones entre los atributos de las figuras geométricas evidencia el nivel de conocimiento geométrico. Ambas características muestran la importancia del conocimiento matemático y del uso del lenguaje de los/as futuros/as maestros/as de infantil para identificar e interpretar elementos matemáticos relevantes en las respuestas de sus futuros/as alumnos/as de infantil como parte de la competencia docente *mirar profesionalmente*. Los resultados de esta investigación muestran que la mayoría de los/as estudiantes para maestro/a de infantil no son capaces de establecer relaciones entre las clasificaciones y las definiciones de los cuadriláteros, lo cual evidencia que la imagen del concepto sobre el contenido geométrico sigue siendo inapropiada. Podemos intuir que el hecho de que sigan perdurando estos errores en el pensamiento geométrico de los/as estudiantes para maestro/a de infantil se debe a las experiencias y conocimientos previos durante la instrucción de los conceptos geométricos (Contreras & Blanco, 2001; González, 2005). Por lo tanto, se debe profundizar en el desarrollo del contenido geométrico de los/as futuros/as maestros/as de infantil de la asignatura Aprendizaje de la Geometría en los próximos cursos.

Un deficiente conocimiento o un uso inadecuado de los conceptos geométricos de los/as maestros/as, condiciona las hipotéticas decisiones instruccionales en el aula por parte de este/a. Además, que los/as futuros/as maestros/as muestren errores cuando tratan los conceptos geométricos, dificulta el desarrollo de la perspectiva *mirar profesional* las situaciones de enseñanza-aprendizaje, pues no son capaces de *identificar* ni de interpretar los elementos relevantes en las respuestas de los/as alumnos/as de infantil.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha recibido ayuda de los proyectos EDU2017-87411-R, MINECO/ FEDER, España, Prometeo/2017/135 de la Generalitat Valenciana y Programa de Redes-I3CE de investigación en docencia universitaria del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Alicante (convocatoria 2018-19). Ref.: 4464

5. REFERENCIAS

- Battista, M. T. (2007). The development of geometric and spatial thinking. *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, 2, 843-908.
- Battista, M. T. (2012). *Cognition-based assessment & teaching of geometric shapes: Building on students' reasoning*. EEUU.: Heinemann.

- Bernabeu, M., & Llinares, S. (2016). El desarrollo de una “mirada profesional”: la idea de trayectoria de aprendizaje del pensamiento geométrico. En Tortosa, M. T., Grau, S., & Álvarez, J. D. (Eds.), *[Recurso electrónico] XIV Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: Investigación, innovación y enseñanza universitaria: enfoques pluridisciplinares* (pp. 1148-1163). Alicante: Instituto de Ciencias de la Educación. Recuperado de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/59130/1/XIV-Jornadas-Redes-ICE_084.pdf
- Bernabeu, M., Moreno, M., & Llinares, S. (2017). “Design-Based Research” en el diseño de entornos de aprendizaje en la formación inicial de maestros. En R. Roig-Vila, J. M. Antolí, J. E. Blasco, A. Lledó, & N. Pellín (Eds.), *[Recurso electrónico] Redes colaborativas en torno a la docencia universitaria* (pp. 23-36). Alicante: Institut de Ciències de l’Educació. Recuperado de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/70990/1/Redes-colaborativas-en-torno-a-la-docencia-universitaria_02.pdf
- Bernabeu, M., Moreno, M., & Llinares, S. (2018). Cómo estudiantes para maestro/a anticipan posibles respuestas de niños/as en actividades de reconocimiento de figuras geométricas. En *El compromiso académico y social a través de la investigación e innovación educativas en la Enseñanza Superior* (pp. 59-68). Octaedro. <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/87234/1/2018-El-compromiso-academico-social-07.pdf>
- Blanco, L. J., & Contreras, L. C. (2012). Conceptualizando y ejemplificando el conocimiento matemático para la enseñanza. *Unión: Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, (30), 101-123.
- Buform, À., Zorrilla, C., & Fernández, C. (2017). Un experimento de enseñanza: Mirar profesionalmente el pensamiento de los estudiantes cuando resuelven problemas realistas. En *Investigación en docencia universitaria: Diseñando el futuro a partir de la innovación educativa* (pp. 88-96). Octaedro Editorial. Recuperado de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/71093/1/Investigacion-en-docencia-universitaria_10.pdf
- Clements, D. H., & Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. En D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 420-464). New York, NY: MacMillan.
- Clements, D., Swaminathan, S., Hannibal, M., & Sarama, J. (1999). Young children’s concepts of shape. *Journal for Research in Mathematics Education*, 192-212.
- Contreras, L. C., & Blanco, L. J. (2001). ¿Qué conocen los maestros sobre el contenido que enseñan?: un modelo formativo alternativo. *XXI. Revista de Educación*, (3), 211-220.
- Escudero-Domínguez, A., & Carrillo, J. (2014). Conocimiento matemático sobre cuadriláteros en estudiantes para maestro. En M. T. González, M. Codes, D. Arnau, & T. Ortega (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVIII* (pp. 267-276). Salamanca: SEIEM.
- Fernández, C., Llinares, S., & Valls, J. (2012). Learning to notice students’ mathematical thinking through on-line discussions. *ZDM. Mathematics Education*, 44, 747-759.
- Fernández, C., Llinares, S., & Valls, J. (2013). Primary school teachers’ noticing of students’ mathematical thinking in problem solving. *The Mathematics Enthusiast*, 10(1&2), 441-468.
- Fujita, T., & Jones, K. (2007). Learners’ understanding of the definitions and hierarchical classification of quadrilaterals: Towards a theoretical framing. *Research in Mathematics Education*, 9(1), 3-20.
- González, F. (2005). Algunas cuestiones básicas acerca de la enseñanza de conceptos matemáticos. *Fundamentos en humanidades*, 6(11), 37-80.

- Gutiérrez, Á., & Jaime, A. (1996). Uso de definiciones e imágenes de conceptos geométricos por los estudiantes de Magisterio. En J. Giménez, S. Llinares, & V. Sánchez (Eds.), *El proceso de llegar a ser un profesor de primaria. Cuestiones desde la educación matemática* (pp. 140-170). Granada: Publicaciones de la Universidad de Granada.
- Ivars, P., & Fernández, C. (2018). The Role of Writing narratives in Developing Pre-service Elementary Teachers' Noticing. En G. J. Stylianides, & K. Hino (Eds.), *Research Advances in the Mathematical Education of Preservice Elementary Teachers, ICME-13 Monographs* (pp. 245-259). London: Springer.
- Ivars, P., González-Forte, J. M., Fernández, C., & Llinares, S. (2018). Desarrollo de la competencia mirar profesionalmente a través de un análisis del discurso. En *El compromiso académico y social a través de la investigación e innovación educativas en la Enseñanza Superior* (pp. 246-255). Octaedro. Recuperado de <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/87487/1/2018-El-compromiso-academico-social-25.pdf>
- Jacobs, V., Lamb, L., & Philipp, R. (2010). Professional noticing of children's mathematical thinking. *Journal for Research in Mathematics Education*, 41(2), 169-202.
- Levenson, S. Tirosh, D., & Tsamir, P. (2011). *Preschool geometry. Theory, research and practical perspectives*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Llinares, S., Fernández, C., & Sánchez-Matamoros, G. (2016). Changes in how prospective teachers anticipate secondary students' answers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(8), 2155-2170.
- Sánchez-Matamoros, G., Moreno, M., Callejo, M. L., & Valls, J. (2016). La medida en el Grado en Maestro en Educación Infantil: desarrollo de un módulo de enseñanza. En M. T. Tortosa, S. Grau, & J. D. Álvarez (Eds.), *[Recurso electrónico] XIV Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: Investigación, innovación y enseñanza universitaria: enfoques pluridisciplinares* (pp. 403-414). Alicante: Instituto de Ciencias de la Educación. Recuperado de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/58845/1/XIV-Jornadas-Redes-ICE_029.pdf
- Sánchez-Matamoros, G., Moreno, M., & Valls, J. (2018). Actividad matemática generada por los estudiantes para profesor de secundaria a partir de una planificación basada en la resolución de problemas de libros de texto. En *El compromiso académico y social a través de la investigación e innovación educativas en la Enseñanza Superior* (pp. 448-459). Octaedro. Recuperado de <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/87590/1/2018-El-compromiso-academico-social-45.pdf>
- Shaughnessy, J. M., & Burger, W. F. (1985). Spadework prior to deduction in geometry. *The Mathematics Teacher*, 78(6), 419-428.
- Tall, D., & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12(2), 151-169.