

## CREATIVIDAD EN LAS PROPUESTAS DE TRABAJOS DE FINAL DE MÁSTER DE FUTUROS PROFESORES DE MATEMÁTICAS

Alicia Sánchez<sup>1</sup>, Vicenç Font<sup>1</sup>, Adriana Breda<sup>2</sup>, Luis Pino-Fan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Barcelona. (España), <sup>2</sup>Universidad de Los Lagos. (Chile)

asanchezb@ub.edu, vfont@ub.edu, adriana.breda@ulagos.cl, luis.pino@ulagos.cl

### Resumen

Este trabajo tiene como objetivo explorar las reflexiones que hacen los futuros profesores de matemáticas sobre creatividad. Para ello, hemos analizado los trabajos de fin de máster de cinco promociones de un máster de formación de profesores de secundaria. Observamos que en más de la mitad de estos trabajos se incluyen referencias a la creatividad, aunque no siempre tiene un papel relevante en la propuesta presentada. Por otra parte, encontramos también amplia variedad en los comentarios, que tratan diferentes aspectos de la creatividad, pudiendo así identificar diversas categorías de reflexiones relacionadas con el desarrollo del pensamiento creativo.

**Palabras clave:** futuros profesores, trabajo final de máster, criterios de idoneidad didáctica, creatividad

### Abstract

The aim of this study is to explore mathematics prospective teachers' reflections on creativity. Thus, we have analyzed the master's degree final research works of five groups in the Master's Degree of Secondary Education Teacher Training. We observed that more than a half of these works include references to creativity, although it does not always have a significant role within the proposals. On the other hand, we also found a great variety of comments that consider different aspects of creativity, which enables us to identify several categories of reflections related to the development of creative thinking.

**Key words:** future teachers, master degree works, didactical suitability criteria, creativity

### ■ Introducción

Actualmente, el desarrollo de la creatividad destaca como uno de los principales objetivos de los sistemas educativos modernos (Pásztor, Molnár y Csapó, 2015). Concretamente en matemáticas, algunos autores (Sriraman, 2005; Silver, 1997; Lai, 2011; Mann, 2006) señalan la importancia de fomentar la creatividad matemática de los alumnos, aunque esto no se corresponda a menudo con la realidad de las aulas.

Los currículos de formación del profesorado se estructuran en base a competencias profesionales, que han sido estudiadas por nuestro grupo de investigación en varios proyectos I+D (EDU2009-08120; EDU2012-32644 y EDU2015-64646-P). Como conclusiones principales de estas investigaciones tenemos que: 1) dos de las principales competencias profesionales del profesor de matemáticas son la competencia en análisis e intervención didáctica y la competencia matemática; y 2) el desarrollo de la competencia en análisis e intervención didáctica influye en el desarrollo de otras habilidades y competencias profesionales.

En relación a la segunda conclusión, este trabajo se enmarca en una investigación más amplia cuyo objetivo es analizar la relación entre el desarrollo de la competencia en análisis e intervención didáctica (Breda, Pino-Fan y Font, en prensa) y el diseño de secuencias didácticas que promuevan el pensamiento matemático creativo de los alumnos.

### ■ Marco teórico

Para analizar las reflexiones que hacen los futuros profesores sobre su propuesta didáctica se utilizan los criterios de idoneidad didáctica (Breda, Font y Lima, 2015; Breda, Font y Pino-Fan, en prensa) propuestos por el Enfoque Ontosemiótico de la Cognición e Instrucción Matemática (EOS) (Godino, Batanero y Font, 2007).

#### Criterios de idoneidad didáctica

En el EOS se entiende la idoneidad didáctica (Godino, Batanero y Font, 2007; Godino, 2013; Godino, Bencomo, Font y Wilhelmi, 2006; Breda, Font y Lima, 2015; Breda, Font y Pino-Fan, en prensa) de un proceso de enseñanza-aprendizaje como el grado en que éste (o una parte del mismo) reúne ciertas características que permiten calificarlo como idóneo (óptimo o adecuado) para conseguir la adaptación entre los significados personales logrados por los estudiantes (aprendizaje) y los significados institucionales pretendidos o implementados (enseñanza), teniendo en cuenta las circunstancias y recursos disponibles (entorno). La idoneidad didáctica es un constructo multidimensional compuesto por seis idoneidades parciales: idoneidad epistémica, idoneidad cognitiva, idoneidad interaccional, idoneidad mediacional, idoneidad emocional e idoneidad ecológica. A cada criterio se asocia un conjunto de componentes e indicadores que permiten la valoración de la idoneidad (Breda y Lima, 2016).

#### Creatividad matemática

No existe una definición única de creatividad. Beghetto y Kaufman (2007) distinguen diferentes tipos de creatividad: Big-C, little-c y mini-c. Sriraman (2004) describe diversos modelos en el estudio de la creatividad. Según el modelo de la teoría de la inversión de la creatividad (Sternberg, 2012), ésta se considera la convergencia de seis componentes: la inteligencia, el conocimiento, la manera de razonar, la personalidad, la motivación y el entorno. El componente de conocimiento hace referencia al dominio que tiene una persona de una cierta materia para poder avanzar en ella. Sriraman (2004) destaca la importancia fundamental de este componente, especialmente al hablar de creatividad matemática. También señala que algunos ejemplos célebres de creatividad en matemáticas se relacionan con largos períodos de trabajo sobre un problema concreto antes de llegar a una posible solución. El modelo Gestalt de la creatividad divide el trabajo creativo en cuatro fases: preparación, incubación, iluminación y verificación. Precisamente, la primera de estas fases, la *preparación*, es un período en el cual la persona trabaja intensamente sobre el problema de manera consciente, para lo cual necesita disponer de un conocimiento más o menos amplio sobre la materia. El estudio de Sriraman (2004) muestra la vigencia del modelo Gestalt aplicado a la creatividad de matemáticos profesionales. También señala, junto con otros autores (Silver, 1997; Mann, 2006), la necesidad de fomentar la creatividad matemática en la educación básica.

### ■ Preguntas de investigación

En este trabajo analizamos las reflexiones sobre creatividad de los futuros profesores de secundaria de matemáticas en sus trabajos finales de máster (TFM), con el objetivo de responder a las siguientes preguntas:

- 1) ¿En las propuestas didácticas presentadas en los TFM aparecen muchas o pocas referencias a la creatividad?
- 2) ¿Existe una relación entre la presencia de la creatividad en los TFM y el nivel al cual está dirigida la propuesta didáctica?
- 3) ¿Cómo se caracteriza la creatividad en estas reflexiones?

### ■ Metodología

La muestra se compone de 141 TFM de cinco promociones del Máster de formación del profesorado de Secundaria entre los cursos 2009-2010 y 2013-2014. La mayoría de estos trabajos presentan una estructura similar. La parte central correspondería a los apartados de valoración de la unidad didáctica implementada durante el período de prácticas en los centros educativos, búsqueda bibliográfica sobre los aspectos a mejorar de la unidad didáctica y la propuesta de mejora. Para valorar su intervención, los futuros profesores utilizan los criterios de idoneidad didáctica del enfoque ontosemiótico (Godino, 2013; Breda y Lima, 2016). El uso de estos criterios permite llevar a cabo un análisis sistémico de las diferentes facetas de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Se aplica una metodología fundamentalmente cualitativa, a través de la interpretación de los comentarios sobre creatividad que encontramos en algunos TFM, aunque también presentamos resultados cuantitativos. Primero, se ha realizado un registro de información con todos los TFM estudiados. En este registro se incluyen datos, tanto cualitativos como cuantitativos, que nos permiten extraer información para responder a las primeras dos preguntas que planteamos en el apartado anterior. Después, con aquellos TFM en los que encontramos comentarios sobre creatividad, se han elaborado fichas donde se recogen datos generales de cada trabajo, el número de referencias a la creatividad y los extractos del texto correspondientes. En la tabla 1 se muestra un ejemplo de estas fichas. También se ha realizado un resumen de cada uno de estos trabajos para poder tener una visión general y determinar el papel de la creatividad en el conjunto de la propuesta, con lo que pretendemos responder a la tercera pregunta de nuestro estudio.

Es importante señalar que para determinar los TFM que contienen referencias a la creatividad, se han considerado comentarios donde aparece explícitamente la palabra "creatividad" u otras de su misma red léxica: creativo, creación, crear, creador. De manera que otros comentarios con palabras que podrían relacionarse dependiendo del contexto, como "inventar" u "originalidad", quedan excluidos del análisis y resultados aquí presentados.

Título	Fracciones
Nombre del alumno	O. D.
Curso del máster	2011 - 2012

Curso donde se ha aplicado	1º de ESO
¿Qué contenido / proceso matemático se estudia?	Aritmética
¿Hay referencias a la creatividad en el trabajo?	Sí
En caso afirmativo, ¿cuántas hay?	1
Extracto	Trabajar las matemáticas de una forma creativa i experimental mediante la utilización del software de creación de partituras, con la finalidad de ofrecer a los alumnos una visión física y aplicada de las fracciones, fomentando la competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico, así como la competencia en el tratamiento de la información y la competencia digital.
Comentarios	Hace un comentario sobre trabajar de manera creativa las matemáticas mediante una actividad.

**Tabla 1.** Ejemplo de ficha con los datos de un TFM.

## ■ Resultados

El primer resultado hace referencia a la cantidad de TFM que incluyen comentarios sobre la creatividad. Como se muestra en la tabla 2, encontramos comentarios al respecto en 76 TFM del total de 141.

Promoción del máster	TFM con referencias a la creatividad	Total de TFM
2009 - 2010	9	15
2010 - 2011	13	21
2011 - 2012	16	34
2012 - 2013	14	24
2013 - 2014	24	47

**Tabla 2.** Comparación cuantitativa de los TFM con referencias a la creatividad desglosada por promociones del máster.

En cuanto a la segunda pregunta, se ha considerado el nivel al cual se dirigen las propuestas didácticas dividiendo los trabajos en 6 categorías que corresponden a: los cuatro niveles de Educación Secundaria Obligatoria; una categoría conjunta para los dos niveles de Bachillerato; y una categoría de otros trabajos donde aparecen propuestas para varios niveles. La tabla 3 muestra los resultados obtenidos.

Nivel	TFM con referencias a la creatividad	Total de TFM
1° ESO	7	21
2° ESO	22	34
3° ESO	15	30
4° ESO	23	41
Bachillerato	5	9
Otros	4	6

Tabla 3. Comparación cuantitativa de los TFM con referencias a la creatividad por niveles.

Entre los trabajos donde hay referencias a la creatividad encontramos diferentes reflexiones al respecto. Basándonos en los criterios de idoneidad didáctica del EOS y las interacciones entre idoneidades (Godino, 2013), se ha realizado una clasificación de los TFM. A continuación, se describen las principales categorías de esta clasificación.

1) Trabajos donde los comentarios sobre creatividad aparecen vinculados a la mejora de la idoneidad epistémica. En la propuesta de mejora de la unidad didáctica se incluyen cambios metodológicos, como el uso de contextos significativos o el planteamiento de proyectos interdisciplinarios, para dar solución a los aspectos deficientes detectados en el análisis de la práctica. Los cambios metodológicos se relacionan con el aumento de la riqueza de procesos y la representatividad, indicadores de la idoneidad epistémica. Se plantea que estas estrategias también fomentan de alguna manera la creatividad. En algunos trabajos estas reflexiones se concretan en el diseño de nuevas actividades.

2) Trabajos donde la creatividad se relaciona con la competencia social y ciudadana, el desarrollo de la capacidad crítica y la responsabilidad. En estos casos, consideramos que la creatividad se vincula a la idoneidad ecológica, porque los comentarios tienen en cuenta el entorno social donde se desarrolla el proceso de enseñanza y aprendizaje.

3) Trabajos en los cuales la creatividad se menciona en comentarios sobre la idoneidad mediacional. La estructura que identificamos es similar a la de la primera categoría, con la diferencia de que se proponen recursos manipulativos o herramientas TIC para solucionar los aspectos mejorables de la unidad didáctica. Estos recursos, relacionados con la idoneidad mediacional, facilitarían de alguna manera el fomento de la creatividad.

4) Trabajos con propuestas para mejorar el sistema de evaluación de la unidad didáctica y que incluyen en estos apartados referencias a la creatividad. En general, son trabajos donde se destaca la importancia de la evaluación formativa y se propone cambiar la manera de evaluar, más competencial y utilizando instrumentos como las rúbricas. La creatividad se relaciona con la competencia de aprender a aprender y la de autonomía e iniciativa personal. Los comentarios se vinculan sobre todo a la idoneidad cognitiva, la afectiva y la interaccional, porque se hace referencia al aprendizaje, la evaluación, la autorregulación del aprendizaje y la autonomía de los alumnos.

5) Trabajos en los que la creatividad aparece en comentarios referentes a la idoneidad interaccional. Se plantea que las interacciones de los alumnos en situaciones de aprendizaje cooperativo hace posible el desarrollo de la creatividad.

En algunos TFM la diversidad de comentarios hace que puedan relacionarse con varias de estas categorías. También, encontramos TFM donde se hace referencia a la creatividad en reflexiones generales sobre la labor docente o la actividad matemática, que no se incluirían en ninguna de las categorías anteriores.

Por último, en un TFM se desarrolla el tema de la pedagogía de la creatividad como uno de los ejes del apartado de búsqueda de bibliografía para solucionar los aspectos mejorables de la unidad didáctica. Se señala la postura de algunos profesores contraria a que sus alumnos participen de manera creativa en las clases y se apuesta por un cambio al respecto. Sin embargo, estas reflexiones no se ven reflejadas en nuevas actividades como propuesta de mejora.

### ■ Conclusiones

La creatividad aparece referenciada en más de la mitad de los TFM estudiados. No obstante, el grado de relevancia de los comentarios al respecto es muy diverso. Por un lado, encontramos trabajos con referencias generales y poco detalladas del componente creativo de las matemáticas. Por otro, hay trabajos donde la creatividad se trata de manera más extensa o se relaciona con aspectos centrales de la nueva propuesta. Los futuros profesores no recibieron ninguna indicación para que trataran el tema de la creatividad en sus trabajos. Por tanto, podemos considerar que las reflexiones que hacen al respecto son una muestra de la importancia que le atribuyen a este concepto en la implementación de las clases y cómo lo relacionan con sus prácticas.

El nivel del grupo de alumnos al cual se dirige la unidad didáctica se podría relacionar con el componente de conocimiento de la teoría de la inversión (Sternberg, 2012). De esta manera, cabe esperar que a medida que aumenta el nivel de conocimiento de los alumnos, sea más factible que realicen una actividad matemática creativa, con el estímulo oportuno. La segunda pregunta hace referencia a esta posible relación, reflejada en los TFM de los futuros profesores. De todos modos, los datos analizados hasta ahora no permiten responder con claridad esta pregunta, puesto que algunas categorías incluyen pocos trabajos. Se prevé ampliar la muestra de TFM con las siguientes promociones del máster. Así, los resultados podrían ofrecer más información acerca de las cuestiones que aquí planteamos y otras.

Finalmente, con el objetivo de caracterizar los TFM donde aparecen referencias a la creatividad, se han identificado diferentes "rutas de desarrollo de la creatividad", en base a los criterios de idoneidad didáctica del enfoque ontosemiótico. Esta clasificación, aún sujeta a modificaciones por la incorporación de nuevos TFM o la reconsideración de los ya analizados, refleja la naturaleza polifacética del término creatividad.

### ■ Agradecimientos

Este trabajo se ha desarrollado en el contexto de los Proyectos: EDU2015-64646-P (MINECO/FEDER, UE) y REDICE16-1520 (ICE-UB).

## ■ Referencias bibliográficas

- Beghetto, R.A. y Kaufman, J. C. (2007). Toward a broader conception of creativity: A case for "mini-c" creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 1(2), 73-79.
- Breda, A., Font, V., & Lima, V. (2015). A noção de idoneidade didática e seu uso na formação de professores de matemática. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática*, 8(1), 4-41.
- Breda, A., Pino-Fan, L. y Font, V. (2017). Meta didactic-mathematical knowledge of teachers: criteria for the reflection and assessment on teaching practice. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 13(6), 1893–1918.
- Breda, A., Pino-Fan, L. y Font, V. (en prensa). Criterios valorativos y normativos en la Didáctica de las Matemáticas: el caso del constructo idoneidad didáctica. *Bolema*
- Breda, A. y Lima, V. M. R. (2016). Estudio de caso sobre el análisis didáctico realizado en un trabajo final de un máster para profesores de matemáticas en servicio. *REDIMAT*, 5(1), 74-103.
- Godino, J. D. (2013). Indicadores de idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 11, 111-132.
- Godino, J.D., Batanero, C. y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39(1-2), 127-135.
- Godino, J. D., Bencomo, D., Font, V. y Wilhelmi, M. R. (2006). Análisis y valoración de la idoneidad didáctica de procesos de estudio de las matemáticas. *Paradigma*, 27(2), 221-252.
- Lai, E.R. (2011). *Critical thinking: a literature review*. Disponible en, <http://www.pearsonassessments.com/hai/images/tmrs/CriticalThinkingReviewFINAL.pdf>
- Mann, E.L. (2006). Creativity: the essence of mathematics. *Journal for the Education of the Gifted*, 30(2), 236-260.
- Pásztor, A., Molnár, G., & Csapó, B. (2015). Technology-based assessment of creativity in educational context: the case of divergent thinking and its relation to mathematical achievement. *Thinking Skills and Creativity*, 18, 32-42.
- Silver, E. A. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *ZDM Mathematics Education*, 29(3), 75-80.
- Sriraman, B. (2004). The characteristics of mathematical creativity. *The Mathematics Educator*, 14(1), 19-34.
- Sriraman, B. (2005). Are giftedness and creativity synonyms in mathematics? *The Journal of Secondary Gifted Education*, 17(1), 20-36.
- Sternberg, R. J. (2012). The assessment of creativity: an investment-based approach. *Creativity Research Journal*, 24(1), 3-12.