

## **EL PAPEL DE LA CREATIVIDAD DE LOS ALUMNOS EN LA REFLEXIÓN DIDÁCTICA DE FUTUROS PROFESORES DE MATEMÁTICAS SOBRE SU PROPIA PRÁCTICA**

Alicia Sánchez – Vicenç Font  
[asanchezb@ub.edu](mailto:asanchezb@ub.edu) – [yfont@ub.edu](mailto:yfont@ub.edu)  
Universitat de Barcelona, España

Núcleo temático: Formación del profesorado en Matemáticas

Modalidad: CB

Nivel educativo: 5. Formación y actualización docente

Palabras clave: Pensamiento matemático creativo, criterios de idoneidad didáctica, Trabajo de Fin de Máster, futuros profesores de matemáticas.

### **Resumo**

*El objetivo general de nuestra investigación, de la cual este trabajo es una parte inicial y exploratoria, es estudiar cómo el desarrollo de la competencia en análisis e intervención didáctica (Breda, Pino-Fan y Font, en prensa) se relaciona con el desarrollo de la competencia para el desarrollo de secuencias didácticas que promuevan el pensamiento matemático creativo en los alumnos de secundaria. El objetivo específico del trabajo que se presenta es caracterizar el tipo de reflexión didáctica que lleva a un grupo de futuros profesores de matemáticas, del máster de formación del profesorado de secundaria, a tener en cuenta la creatividad en sus trabajos de fin de máster (TFM), cuando justifican, utilizando los criterios de idoneidad didáctica propuestos por el Enfoque Ontosemiótico de la cognición e instrucción matemática (Godino, Batanero y Font, 2007), una propuesta de mejora de la unidad didáctica que previamente han implementado. Se usa una metodología de investigación cualitativa que se basa en la comprensión e interpretación de los datos extraídos de los TFM de cinco generaciones de alumnos del máster. Los análisis realizados muestran, según el criterio de idoneidad didáctico que se quiere mejorar, diferentes maneras implícitas de entender y promover la creatividad.*

### **1. Introducción**

Las competencias profesionales según las cuales se organizan los currículos de formación inicial del profesorado, han sido objeto de estudio de nuestro grupo de investigación en diversos proyectos I+D (EDU2009-08120; EDU2012-32644 y EDU2015-64646-P). De estas investigaciones se extraen ciertas conclusiones: 1) la competencia de análisis e intervención didáctica y la competencia matemática son algunas de las principales competencias profesionales del profesor de matemáticas; 2) el desarrollo de la competencia en análisis e

intervención didáctica influye en el desarrollo de otras competencias profesionales. En la línea de profundizar en la segunda conclusión, el presente estudio tiene por objetivo concreto estudiar la relación entre el desarrollo de la competencia en análisis e intervención didáctica y la competencia para generar secuencias didácticas que promuevan el pensamiento matemático creativo en los alumnos de secundaria.

Los resultados que incluimos amplían el análisis presentado en Sánchez y Font (2017).

## **2. Marco teórico**

El desarrollo de la competencia en análisis e intervención didáctica exige tener unos criterios de referencia que permitan evaluar los procesos de instrucción. Para ello, el enfoque ontosemiótico (EOS) propone los criterios de idoneidad didáctica.

### **2.1. Criterios de idoneidad didáctica**

La noción de idoneidad didáctica propuesta por el Enfoque Ontosemiótico de la Cognición e Instrucción Matemáticas (EOS) (Godino, Batanero y Font, 2007) es una respuesta parcial a la siguiente problemática: ¿Qué criterios se deben utilizar para diseñar una secuencia de tareas, que permitan evaluar y desarrollar la competencia matemática de los alumnos y qué cambios se deben realizar en su rediseño para mejorar el desarrollo de esta competencia?

En el EOS se entiende la idoneidad didáctica 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). Se trata de un constructo multidimensional que se tiene que descomponer en idoneidades parciales, componentes y descriptores. En el EOS se consideran los siguientes criterios de idoneidad didáctica (Font, Planas y Godino, 2010): 1. Idoneidad Epistémica, para valorar si las matemáticas que están siendo enseñadas son “buenas matemáticas”; 2. Idoneidad Cognitiva, para valorar, antes de iniciar el proceso de instrucción, si lo que se quiere enseñar está a una distancia razonable de aquello que los alumnos saben, y después del proceso, si los aprendizajes adquiridos están cerca de aquello que se pretendía enseñar; 3. Idoneidad Interaccional, para valorar si las interacciones resuelven dudas y dificultades de los alumnos; 4. Idoneidad Mediacional, para valorar la adecuación de los recursos materiales y temporales utilizados en el proceso de instrucción;

5. Idoneidad Emocional, para valorar la implicación (intereses, motivaciones,...) de los alumnos durante el proceso de instrucción; 6. Idoneidad Ecológica, para valorar la adecuación del proceso de instrucción al proyecto educativo del centro, las directrices curriculares, las condiciones del entorno social y profesional.

Los criterios de idoneidad didáctica resultan útiles tanto en la fase de diseño de un proceso de enseñanza y aprendizaje, como en la fase de evaluación del proceso, después de haberse puesto en práctica. En el caso de los alumnos del máster de formación de profesorado cuyos trabajos de fin de máster (TFM) se han analizado para llevar a cabo este estudio, los criterios de idoneidad didáctica se han utilizado a posteriori en la valoración de la unidad didáctica implementada durante las prácticas.

## **2.2. Pensamiento matemático creativo**

A mediados del siglo XX, la creatividad comenzó a interesar especialmente como objeto de estudio de investigaciones psicológicas. Desde entonces, se han propuesto diversas definiciones del concepto y también se han observado diferencias culturales (Kaufman y Beghetto, 2008, 2009).

La mayoría de investigaciones se han centrado en lo que Beghetto y Kaufman (2007) denominan "Big-C", la creatividad de los genios, y "little-c", la creatividad que pone en práctica cualquier persona en su día a día. Estos autores proponen una nueva categoría, "mini-c", que hace referencia a la interpretación novedosa y personalmente significativa de experiencias, acciones y eventos. Más tarde, amplían su modelo introduciendo una cuarta categoría (Kaufman y Beghetto, 2009). La creatividad "mini-c" se distingue del resto por su carácter personal, en el sentido de que los productos resultantes no tienen generalmente un impacto en la sociedad o en la evolución histórica de una disciplina, sino que contribuyen al desarrollo del individuo. Este tipo de creatividad se relaciona con el aprendizaje, puesto que para adquirir los nuevos conocimientos, se realiza una interpretación personal de los mismos basada en experiencias y concepciones previas.

Nuestra investigación se interesa por este tipo de creatividad. En particular, en educación matemática, Liljedahl y Sriraman (2006) sugieren definir la creatividad a nivel escolar como "1) el proceso que da como resultado soluciones inusuales (novedosas) y/o reveladoras a un problema dado o problemas similares, y/o 2) la formulación de nuevas preguntas y/o

posibilidades que permiten considerar desde un nuevo ángulo un antiguo problema" (Liljedahl y Sriraman, 2006, p.19).

Asumimos la perspectiva de que la creatividad se puede trabajar en las clases de matemáticas de secundaria, y su desarrollo no se limita a los alumnos más aventajados en la materia. Estudios al respecto (Lai, 2011; Mann, 2006) señalan los beneficios de fomentar el pensamiento matemático creativo y su importancia en el desarrollo competencial que se busca en los alumnos actualmente.

### **3. Objetivos y preguntas de investigación**

En este trabajo pretendemos caracterizar las reflexiones sobre la creatividad matemática que realizan los futuros profesores en sus trabajos de fin de máster (TFM). Para ello, nos hemos planteado dos preguntas: 1) ¿En los TFM aparecen muchos o pocos comentarios relacionados con la creatividad?; 2) ¿qué tipo de reflexiones desarrollan los futuros profesores al respecto? Por tanto, el objetivo de nuestro estudio es doble: 1) Cuantificar la presencia de reflexiones sobre la creatividad en los TFM. 2) Analizar el tratamiento y relevancia que otorgan los futuros profesores a la creatividad, a partir de la interpretación de los tipos de reflexiones que realizan.

### **4. Metodología**

La muestra analizada se compone de 141 TFM de alumnos del Máster de Formación del Profesorado de Educación Secundaria de matemáticas, de la Universidad de Barcelona, entre los cursos 2009-2010 y 2013-2014. En el estudio que presentamos se ha utilizado una metodología fundamentalmente cualitativa, puesto que se basa en la comprensión e interpretación de los trabajos. Aunque también se ha recopilado información y se han extraído conclusiones de carácter cuantitativo.

De cada TFM se ha realizado una ficha con datos identificativos (nombre del alumno, título de la unidad didáctica implementada,...) y extractos de los trabajos relacionados con la creatividad. A modo de ejemplo, la tabla 1 muestra los datos recogidos de un TFM. Es importante señalar que solo se incluyen referencias donde aparezca 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	Proporcionalidad geométrica
Nombre del alumno	M.B.
Curso del máster	2012 - 2013
Curso donde se ha aplicado	2º de ESO
¿Qué contenido/proceso matemático se estudia?	Medida
¿Hay referencias a la creatividad en el trabajo?	Sí
En caso afirmativo, ¿cuántas hay?	1
Extracto	Los problemas contextualizados son situaciones didácticas ideales para poner en marcha la actividad intelectual y mejorar la competencia matemática: - (...) - Permiten explorar, experimentar, y ser creativos a lo largo del proceso de resolución.
Comentarios	Hace referencia a la capacidad creativa de los alumnos que se pone de manifiesto con la resolución de problemas contextualizados.

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

La mayoría de TFM siguen una estructura común, lo cual permite sistematizar el análisis de los textos centrándose en apartados concretos: la valoración de la unidad didáctica impartida, utilizando los criterios de idoneidad didáctica (Godino, Batanero y Font, 2007; Breda y Lima, 2016); la ampliación sobre temas concretos a mejorar, a partir del análisis de la práctica; y la propuesta de mejora de la unidad didáctica. A partir de la información recogida en estos apartados, se ha realizado un resumen de cada trabajo donde se identifica el tratamiento que se hace de la creatividad en dicho trabajo.

## 5. Resultados

En 76 de los 141 TFM se han encontrado referencias a la creatividad. La tabla 2 muestra el recuento desglosado por cursos.

Curso	Trabajos con referencias a la creatividad	Total de trabajos
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.

De los 76 TFM que incluyen reflexiones sobre la creatividad, en 35 solo aparece un comentario, en 18 hay 2 referencias, en 13 trabajos se incluyen 3 referencias, en 8 trabajos hay 4 referencias y en 2 aparecen 5 o más comentarios.

Para responder a la segunda pregunta que nos planteamos, se ha realizado un análisis interpretativo de cada TFM. De esta manera, se ha obtenido una clasificación de los trabajos según el tipo de reflexiones relacionadas con la creatividad que incluyen. A continuación, se presentan las principales categorías detectadas. Estas categorías se han definido tomando como referencia las idoneidades de los procesos de enseñanza y aprendizaje descritas según el EOS y las interacciones entre ellas.

1) Trabajos en los que la creatividad se asocia con la mejora de la idoneidad epistémica. En la nueva propuesta de unidad didáctica se incluyen estrategias como el uso de contextos significativos para los alumnos, la resolución de problemas o proyectos interdisciplinares, que se plantean como solución a los aspectos mejorables identificados en la valoración de la unidad didáctica implementada. Estas estrategias aumentan la representatividad de los contenidos presentados y la riqueza de procesos, indicadores de la idoneidad epistémica. El desarrollo de la creatividad se relaciona de alguna manera con estas estrategias. Este tipo de ruta es el que se ha identificado en más trabajos; aunque en algunos TFM no llega a concretarse en una nueva secuencia de tareas dicha propuesta de mejora.

En algunos TFM se hace referencia a procesos como la creación de argumentos o el diseño de estrategias de resolución de problemas. Son procesos en los cuales puede estar presente la creatividad en mayor o menor grado, dependiendo de diversos factores, por ejemplo, si los

alumnos se han enfrentado previamente a situaciones similares. Fomentar estos procesos aumenta la idoneidad epistémica, pero no se identifica una ruta como la descrita anteriormente.

2) Trabajos donde la creatividad se relaciona con la competencia social y ciudadana, el desarrollo de la capacidad crítica y la responsabilidad. Se reconocen vínculos con la mejora de la idoneidad ecológica, ya que se hace referencia al entorno social del proceso de enseñanza-aprendizaje.

3) Trabajos que pretenden mejorar la idoneidad mediacional. De manera análoga a la ruta epistémica, en este caso, las dificultades indicadas en la valoración de la unidad didáctica se pretenden resolver en la propuesta de mejora mediante la incorporación de materiales manipulativos y recursos TIC. Su uso y diseño promueve el desarrollo de la creatividad, según se indica en los correspondientes TFM.

4) Trabajos cuya propuesta de mejora incluye cambios en la evaluación de la unidad didáctica. Generalmente, en estos trabajos se hace énfasis en la evaluación formativa, se modifican o introducen nuevos instrumentos de evaluación (como las rúbricas) y se propone trabajar de manera competencial. En concreto, la creatividad se relaciona con las competencias de aprender a aprender y la de autonomía e iniciativa personal. En estos casos, se identifican vínculos con varias idoneidades, especialmente con la cognitiva, la afectiva y la interaccional, ya que se hace referencia a la evaluación, el aprendizaje de los alumnos, su autorregulación y su autonomía. En algunos TFM se relacionan estos aspectos con una actividad concreta de la propuesta de mejora, que a su vez aumenta la riqueza de procesos (idoneidad epistémica).

5) Trabajos con una ruta interaccional. En estos TFM se relaciona la creatividad con el aprendizaje cooperativo. Se señala que es a través de la interacción con otros compañeros, como los alumnos desarrollan soluciones creativas a las tareas planteadas.

Hay trabajos en los que se identifican reflexiones de varios tipos, y por tanto se relacionarían con diferentes categorías. También, algunos TFM incluyen comentarios sobre la creatividad de carácter general, o relacionados con la labor docente o con la propia práctica, y que no se asocian a ninguna de las categorías descritas.

Finalmente, cabe señalar que en un TFM, el apartado de ampliación y búsqueda bibliográfica, que debería fundamentar la propuesta de mejora, se divide en tres ejes y uno de ellos

corresponde a la pedagogía de la creatividad. El futuro profesor reflexiona sobre la percepción y respuesta, generalmente negativa, de los profesores a las intervenciones creativas de sus alumnos en clase. Concluye que se debería potenciar este tipo de intervenciones ya que favorecen el aprendizaje cooperativo, pero esto no se refleja en el diseño de actividades concretas en la propuesta de mejora. Por tanto, se hace referencia a la faceta interaccional. No obstante, se ha considerado que no plantea una ruta interaccional tal y como se ha descrito en la categoría correspondiente.

## **6. Consideraciones finales**

Cuantitativamente, se observa que aproximadamente la mitad de los futuros profesores han considerado el fomento de la creatividad de los alumnos a la hora de realizar su reflexión sobre la impartición y mejora de la unidad didáctica. Aún así, en la mayoría de trabajos la presencia de comentarios sobre creatividad es escasa. Para interpretar estos resultados, es importante tener en cuenta que los alumnos del máster no reciben una formación específica sobre el desarrollo de la creatividad matemática y las limitaciones temporales y de extensión de los TFM.

Por otra parte, los análisis realizados muestran, según el criterio de idoneidad didáctica que se pretende mejorar, diferentes maneras implícitas de entender y promover la creatividad. Dicho de otra manera, la variedad de reflexiones que se muestra a través de las diferentes categorías de la clasificación, es reflejo de la diversidad de perspectivas desde las cuales es posible tratar la 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. y Lima, V.M.R. (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. 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.



Breda, A., Pino-Fan, L. y Font, V. (en prensa). Meta didactic-mathematical knowledge of teachers: criteria for the reflection and assessment on teaching practice. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*.

Font, V., Planas, N. y Godino, J.D. (2010). Modelo para el análisis didáctico en educación matemática. *Infancia y Aprendizaje*, 33(1), 89-105.

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.

Kaufman, J.C. y Beghetto, R.A. (2008). Exploring "mini-c": Creativity across cultures. En R.L. DeHaan y K.M. Narayan (Eds.), *Education for innovation in India, China and America*. The Netherlands: Sense Publishers.

Kaufman, J.C. y Beghetto, R.A. (2009). Beyond big and little: the four C model of creativity. *Review of General Psychology*, 13(1), 1-12.

Lai, E.R. (2011). *Critical thinking: a literature review*. Disponible en, <http://www.pearsonassessments.com/hai/images/tmrs/CriticalThinkingReviewFINAL.pdf>

Liljedahl, P. y Sriraman, B. (2006). Musings on mathematical creativity. *For the learning of mathematics*, 26(1), 17-19.

Mann, E.L. (2006). Creativity: the essence of mathematics. *Journal for the Education of the Gifted*, 30(2), 236-260.

Sánchez, A. y Font V. (2017). Análisis de la reflexión de futuros profesores para fomentar la creatividad en el aprendizaje matemático. En J. M. Contreras, P. Arteaga, G. R. Cañadas, M. M. Gea, B. Giacomone y M. M. López-Martín (Eds.), *Actas del Segundo Congreso Internacional Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos*. Disponible en <http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/civeos.html>