

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DE FUTUROS PROFESORES A UN CUESTIONARIO SOBRE EL DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD EN EL AULA DE MATEMÁTICAS

Analysis of preservice teachers' responses to a questionnaire about the development of creativity in mathematics classroom

Sánchez, A., Font, V. y Breda, A.

Universidad de Barcelona

Resumen

En este trabajo se analizan las respuestas de 43 futuros profesores de matemáticas de secundaria a un cuestionario sobre la creatividad y su desarrollo en las aulas. Los futuros profesores, alumnos de un máster de formación de profesorado, no recibieron una formación específica sobre el tema de la creatividad durante el máster. El cuestionario consta de 26 preguntas tipo Likert y 5 preguntas abiertas. Las preguntas tipo Likert se analizaron con técnicas descriptivas, a partir de los porcentajes de respuesta. A continuación, se realizó un análisis de contenido de las respuestas a las preguntas abiertas. Finalmente, se combinó la información de ambos análisis. Se observa que la mayoría de los participantes considera que la creatividad es una cualidad que se puede desarrollar e identifica acciones que pueden favorecer su desarrollo en las clases de matemáticas. En cambio, menos de la mitad describe una actividad concreta en este sentido.

Palabras clave: *futuros profesores, enseñanza secundaria, creatividad, matemáticas.*

Abstract

In this study, we analyze the answers of 43 secondary school preservice teachers of mathematics to a questionnaire about creativity and its development in the classroom. The preservice teachers, who are students of a master's degree in teaching in secondary school, did not receive specific training in the subject of creativity during the master's degree. The questionnaire consists of 26 Likert questions and 5 open questions. We analyzed the Likert questions using descriptive techniques, based on the answering percentages. Then, we did a content analysis of the responses to open questions. Finally, we combined the information from both analyses. We observe that most of the participants consider that creativity is a quality that can be developed and identify actions that can promote its development in the mathematics classroom. However, less than half of the participants describe an activity according to this discourse.

Keywords: *preservice teachers, secondary school, creativity, mathematics.*

INTRODUCCIÓN

Numerosas investigaciones sitúan la creatividad en el foco de interés, relacionándola con otras habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la comunicación y el uso de nuevas tecnologías (Pásztor, Molnár, y Csapó, 2015). En muchos casos, los currículos educativos incluyen el desarrollo de la creatividad entre sus objetivos. Concretamente en matemáticas, algunos autores (Mann, 2006; Silver, 1997) destacan el papel fundamental de la creatividad para resolver y proponer problemas y consideran que el docente debería plantearse el desarrollo de la creatividad en el aula de manera inclusiva, teniendo en cuenta los diferentes ritmos de aprendizaje de sus alumnos. Esta visión contrasta con otros puntos de vista que consideran que la creatividad es una capacidad innata y no contemplan la posibilidad de que se pueda desarrollar (Silver, 1997).

Conocer las concepciones que tienen los profesores sobre creatividad nos puede dar información de cómo podrían desarrollarla en las clases. En este sentido, se han llevado a cabo investigaciones que estudian las concepciones de los profesores (Aktaş, 2016; Barquero, Richter, Barajas y Font, 2014; Lev-Zamir y Leikin, 2011; Yazgan-Sağ y Emre-Akdoğan, 2016) y, en ocasiones, se comparan con su práctica en el aula (Lev-Zamir y Leikin, 2013). Otras investigaciones también se centran en la formación de profesores que les permita fomentar la creatividad de sus alumnos (Hosseini y Watt, 2010; Panaoura y Panaoura, 2014). En particular, el objetivo de nuestro estudio es identificar las ideas acerca de la creatividad que tienen los futuros profesores de matemáticas de secundaria y distinguir qué criterios proponen para su desarrollo en el aula.

MARCO TEÓRICO

La investigación en creatividad asume diferentes definiciones y caracterizaciones del término (Joklitschke, Rott y Schindler, 2018; Kampylis y Valtanen, 2010) y diversas maneras de desarrollar la creatividad (Kaufman y Sternberg, 2006; Sriraman, 2004). Ante esta diversidad, surgen modelos que comprenden diferentes tipos o niveles de creatividad. Un ejemplo es el modelo 4C de Kaufman y Beghetto (2009), que distingue: la creatividad cotidiana (little-c), para resolver situaciones del día a día; la creatividad para interpretar experiencias o eventos que sean novedosos para el individuo, basándose en lo que conoce (mini-c), que se podría relacionar con el aprendizaje personal; la creatividad a nivel profesional (Pro-c); y la creatividad de los genios, aquellas personas que hacen una aportación ampliamente reconocida en una o varias disciplinas (Big-C). Por tanto, en este estudio, cuando se hace referencia a la creatividad de los alumnos, correspondería al nivel mini-c, ya que nos situamos en el contexto de las clases en Educación Secundaria.

Otro enfoque es la caracterización de la creatividad en términos de fluidez, flexibilidad, originalidad y elaboración (Almeida, Prieto, Ferrando, Oliveira y Ferrándiz, 2008; Sriraman, 2004). Los Tests de Torrance del Pensamiento Creativo (TTCT, por su sigla en inglés), por ejemplo, utilizan estos componentes como criterios para valorar la creatividad del individuo. La fluidez se define como el número de respuestas que ofrece el individuo en una tarea. La flexibilidad corresponde a los diferentes tipos de respuesta que proporciona. La originalidad se refiere a aquellas respuestas que son poco comunes, novedosas. Y la elaboración se entiende como la cantidad de detalles que se incluyen en la respuesta. Lev-Zamir y Leikin (2011) consideran estos componentes en su modelo de las concepciones de la creatividad en la enseñanza de las matemáticas que tienen los profesores. En su modelo distinguen las concepciones en subcategorías que se refieren a la flexibilidad, la originalidad y la elaboración del alumno, por una parte, y del profesor, por otra.

Respecto a los elementos que afectan al desarrollo de la creatividad, encontramos investigaciones que analizan cómo se relaciona la creatividad con la inteligencia, la manera de pensar, la personalidad, el conocimiento y la formación previa, la motivación, el entorno y la interacción con otras personas (Kaufman y Sternberg, 2006; Sriraman, 2004). Por otra parte, algunos autores entienden la creatividad matemática, en concreto, como un proceso que surge de la interacción de otros procesos matemáticos, como la generalización, la búsqueda de conexiones, la validación, la exploración y el planteamiento de conjeturas y problemas (Sala, Font, Barquero y Giménez, 2017).

Por otro lado, hay autores que distinguen diversas fases dentro de los procesos creativos (Sriraman, 2004). El modelo Gestalt para describir el proceso creativo en matemáticas diferencia las siguientes fases: preparación, donde se estudia el problema a resolver y diferentes combinaciones de estrategias y elementos que puedan ser útiles en la resolución; incubación, fase de actividad inconsciente donde el individuo ya no se dedica a pensar en cómo resolver el problema; iluminación, momento en el que surge una idea que puede conducir a la resolución del problema; y verificación, donde se aplica la idea de la fase anterior y se comprueba si resuelve el problema.

Como resultado de esta investigación esperamos determinar, entre otros aspectos, los criterios hipotéticos que orientarían la práctica del futuro profesor, en el caso de que éste se propusiese el

desarrollo de la creatividad en los alumnos. Dichos criterios se pueden interpretar como creencias, si entendemos, de acuerdo con Peirce, la creencia como una disposición para la acción.

METODOLOGÍA

El objetivo de esta investigación es identificar las ideas acerca de la creatividad que tienen los futuros profesores de matemáticas de secundaria y distinguir qué criterios proponen para su desarrollo en el aula, sin que hayan recibido una formación específica para ello. Con esta finalidad, se utilizó un cuestionario que consta de 26 preguntas cerradas tipo Likert donde indicar el grado de acuerdo o desacuerdo (de 1 a 5) y 5 preguntas abiertas. Las preguntas cerradas se organizan en seis ámbitos: 1) Características de la creatividad y el pensamiento creativo, 2) Elementos del proceso creativo, 3) Características de un estudiante creativo, 4) Características de un profesor creativo, 5) Elementos para promover la creatividad matemática en el aula de secundaria, y 6) Consecuencias positivas de trabajar de manera creativa. Las preguntas abiertas complementan la información de las preguntas cerradas. El cuestionario se modificó a partir de otro utilizado en investigaciones previas (Barquero et al., 2014), introduciendo aspectos que se consideraban de interés y adaptándolo al contexto de los participantes en este estudio, alumnos de un máster de formación de profesorado de secundaria. En concreto, se añadieron las preguntas A.2.6, B.4.1, B.4.2, B.4.3, C.4 y C.5. Los cambios se hicieron para conseguir el objetivo propuesto y fueron revisados por un investigador con amplia experiencia en este máster y, también, como miembro de equipos de investigación en proyectos relacionados con el desarrollo de la creatividad en el aula de matemáticas.

El cuestionario se implementó en los tres grupos de un máster de formación de profesorado de secundaria (especialidad de matemáticas) del curso 2017-2018, con los alumnos asistentes ese día que voluntariamente quisieron contestarlo, en total 43. Los participantes disponían de una hora para contestar el cuestionario. En ese momento, los futuros profesores, aunque tuvieran una formación previa variada (grado en matemáticas, en física, ingenierías, economía, etc.), ya habían realizado las prácticas en los centros implementando una unidad didáctica, por lo que tenían experiencias reales de aula. Durante el máster, los futuros profesores no reciben una formación específica sobre desarrollo de la creatividad en sus alumnos, aunque es posible que se haga algún comentario al respecto. Para verificar esta suposición, la pregunta abierta C.5 del cuestionario pide precisamente que identifiquen, si es posible, algún momento durante el curso en el que se hayan transmitido ideas en relación a la creatividad matemática o trabajo creativo en el aula de secundaria.

Primero, se analizaron las respuestas a las preguntas tipo Likert a partir de los porcentajes de respuesta en los diferentes niveles para cada pregunta. A continuación, se realizó un análisis de contenido de las respuestas a las preguntas abiertas. Se generaron categorías de tipo inductivo a partir de fragmentos de las respuestas en las preguntas C.1 (¿Qué características considerarías que debe tener una actividad matemática que promueva la creatividad? Indicad brevemente tres de estas características), C.2. (¿Qué considerarías que se puede hacer en el aula para promover la creatividad matemática en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas?) y C4 (¿Qué importancia debería tener, dentro de la labor docente, que los profesores de matemáticas diseñen actividades didácticas que permitan desarrollar la creatividad de sus alumnos?). Al analizar la pregunta C.3 (¿Puedes dar algún ejemplo de actividad matemática donde hayas observado o supongas que se promueve la creatividad? Justificad vuestra respuesta indicando sus principales características) se contrastaron las actividades que proponían los futuros profesores con las características que se habían identificado en las preguntas C.1 y C.2. Por último, en la pregunta C.5 se identifican las asignaturas del máster donde se han introducido algunas ideas sobre creatividad. Finalmente, se compararon los resultados de las preguntas cerradas con los de las preguntas abiertas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se explican los resultados obtenidos, primero, en las preguntas cerradas y, a continuación, las preguntas abiertas. En la Tabla 1 se muestran las frecuencias relativas en forma de

porcentaje de respuesta a los diferentes niveles para cada pregunta tipo Likert, donde 1 corresponde a "muy en desacuerdo", 2 a "en desacuerdo", 3 a "ni de acuerdo ni en desacuerdo", 4 a "de acuerdo" y 5 a "muy de acuerdo". En el caso de las preguntas del bloque B.3 los niveles se distribuyen de "poco impacto" a "mucho impacto", siendo este último el que se indicaba con 5.

Tabla 1. Respuestas a las preguntas tipo Likert

	1	2	3	4	5
	%	%	%	%	%
A.1. ¿Qué caracteriza la creatividad y el pensamiento creativo?					
1. La creatividad es una cualidad o capacidad innata	11,6	25,6	30,2	20,9	11,6
2. La creatividad es una cualidad que se puede desarrollar, educar, instruir, etc.	0,0	11,6	18,6	30,2	39,5
3. El pensamiento matemático creativo es una consecuencia de momentos puntuales de inspiración	14,0	39,5	25,6	16,3	4,7
4. El pensamiento creativo está asociado a un proceso de estudio largo y profundo de una situación problemática	18,6	20,9	30,2	27,9	2,3
A.2. ¿Qué elementos son importantes en un proceso o trabajo creativo?					
1. La interacción con otras personas y/o diferentes puntos de vista es importante para desarrollar un trabajo creativo	2,3	2,3	7,0	39,5	48,8
2. Para poder avanzar en un proceso creativo hace falta una formación rica y robusta en conocimientos específicos (en matemáticas, en arte, en tecnología, etc.)	9,3	27,9	34,9	14,0	14,0
3. La interacción entre diferentes disciplinas no es relevante para generar creatividad	46,5	30,2	16,3	7,0	0,0
4. En un proceso creativo siempre aparecen contribuciones originales o novedosas	9,3	27,9	34,9	18,6	9,3
5. El proceso creativo acostumbra a priorizar una forma de abordar el/los problema/s	9,3	20,9	44,2	25,6	0,0
6. Es necesario que la persona esté motivada con el tema que trata para poder ser creativa	7,0	2,3	9,3	48,8	32,6
B.1. ¿Cómo es un/a estudiante creativo/a?					
1. Es capaz de formular cuestiones e iniciar investigaciones	2,3	7,0	16,3	39,5	34,9
2. Tiene un fuerte conocimiento de conceptos y herramientas matemáticas	7,0	27,9	41,9	16,3	7,0
3. Sabe encontrar diferentes maneras de representar los conceptos o de llegar a la solución de un problema	4,7	0,0	11,6	44,2	39,5
B.2. ¿Cómo es un/a maestro/a o profesor/a creativo/a?					
1. Tiene una actitud transgresora hacia la enseñanza tradicional de las matemáticas	11,6	4,7	37,2	37,2	9,3
2. Tiene un fuerte conocimiento de conceptos y herramientas matemáticas	7,0	9,3	39,5	27,9	16,3
3. Tiene herramientas y recursos para estimular la creatividad en sus estudiantes	0,0	0,0	7,0	41,9	51,2
4. Sabe cómo valorar y apoyar la creatividad en sus estudiantes	2,3	2,3	0,0	25,6	69,8
B.3. ¿Qué elementos consideras que tienen más o menos impacto en promover la creatividad matemática en nuestras aulas?					
1. La actitud del maestro o profesor	2,3	2,3	2,3	16,3	76,7
2. El uso de nuevas tecnologías para la enseñanza	7,0	4,7	30,2	48,8	9,3
3. La ruptura disciplinar (que las matemáticas entren en contacto con otras disciplinas)	2,3	2,3	11,6	55,8	27,9
4. Un buen diseño de actividades matemáticas	2,3	2,3	9,3	41,9	44,2
5. La/s actitud/es del/los estudiante/s	0,0	7,0	4,7	60,5	27,9
6. El contacto docencia con investigación	4,7	7,0	41,9	37,2	9,3
B.4. ¿Qué impacto puede tener el hecho de trabajar de manera creativa?					
1. El hecho de trabajar promoviendo la creatividad matemática hace que los alumnos aprendan más.	4,7	0,0	18,6	48,8	27,9

2. El hecho de trabajar promoviendo la creatividad matemática hace que los alumnos se esfuercen y trabajen más.	4,7	2,3	27,9	39,5	25,6
3. El hecho de trabajar promoviendo la creatividad matemática hace que a los alumnos les guste más la asignatura.	2,3	4,7	16,3	53,5	23,3

Se observa que más de la mitad de los participantes considera que la creatividad es una cualidad que se puede desarrollar, el 69,7% indica estar de acuerdo o muy de acuerdo con esta afirmación. Mientras que la visión de la creatividad como una cualidad o capacidad innata no es tan aceptada entre los futuros profesores (32,5%). Si comparamos las respuestas de cada participante en las preguntas A.1.1 y A.1.2, en general, o toman posiciones intermedias en ambas o se decantan claramente por una de las dos opciones (o bien entender la creatividad como cualidad innata o bien que se puede educar). A pesar de ello, 7 participantes indicaron estar de acuerdo o muy de acuerdo con ambas afirmaciones a la vez. Por otra parte, la mayoría de los futuros profesores no está de acuerdo con que el pensamiento creativo sea consecuencia de momentos puntuales de inspiración, pero tampoco lo asocian con un proceso de estudio profundo de la situación problemática. Respecto a los elementos que los futuros profesores destacan como más importantes en un proceso o trabajo creativo, encontramos la interacción con otras personas o diferentes puntos de vista (el 88,3% indica estar de acuerdo o muy de acuerdo en la pregunta A.2.1), la interacción entre diferentes disciplinas (el 76,7% estaría en desacuerdo o muy en desacuerdo en la pregunta A.2.3) y la motivación (el 81,4% indica estar de acuerdo o muy de acuerdo en la pregunta A.2.6).

A la hora de caracterizar a un estudiante creativo, los futuros profesores indican mayoritariamente que ha de ser capaz de formular cuestiones e iniciar investigaciones (el 74,4% están de acuerdo o muy de acuerdo) y saber encontrar diferentes maneras de representar los conceptos o resolver un problema (el 83,7%, de acuerdo o muy de acuerdo). En cambio, no dan tanta importancia a tener un fuerte conocimiento matemático. Igualmente, para caracterizar a un profesor creativo, destacan principalmente que tenga herramientas y recursos para estimular la creatividad de sus estudiantes (el 93,1% indica estar de acuerdo o muy de acuerdo) y que valore la creatividad en sus estudiantes (el 95,4%, de acuerdo o muy de acuerdo), y en menor medida su conocimiento matemático.

En general, los futuros profesores consideran que la actitud del profesor tiene mucho impacto en la promoción de la creatividad matemática en las aulas de secundaria (el 93% indican que tiene bastante o mucho impacto, y en el nivel más alto se acumula el 76,7%), seguido de la actitud de los estudiantes (el 88,4% en los niveles 4 y 5) y un buen diseño de las actividades matemáticas (el 86,1% en los niveles 4 y 5). También el hecho de que las matemáticas entren en contacto con otras disciplinas en las actividades de clase ayudaría, según los participantes, a promover la creatividad (el 83,7% indican los niveles 4 y 5). En cambio, no consideran que el uso de nuevas tecnologías y el contacto entre docencia e investigación tengan un impacto tan notable.

Como consecuencias de trabajar en clase promoviendo la creatividad destacan que los alumnos aprendan más (el 76,7% de participantes estarían de acuerdo o muy de acuerdo) y que les guste más lo que hacen (el 76,8%, de acuerdo o muy de acuerdo). El 65,1% estaría de acuerdo o muy de acuerdo con que trabajar de manera creativa hace que los alumnos se esfuercen y trabajen más.

Tabla 2. Respuestas a las preguntas abiertas C.1 y C.2

C.1. ¿Qué características consideráis que debe tener una actividad matemática que promueva la creatividad? Indica brevemente tres de estas características.	Cantidad de futuros profesores que mencionan esta característica
Actividad abierta	21 (48,8% de los participantes)
Actividad interdisciplinaria	5 (11,6% de los participantes)
Actividad visual	2 (4,7% de los participantes)
Actividad participativa y dinámica	5 (11,6% de los participantes)
Actividad que motive a los alumnos	13 (30,2% de los participantes)
Actividad próxima, que tenga conexión con la realidad	10 (23,3% de los participantes)

Actividad que tenga los objetivos claros	2 (4,7% de los participantes)
Actividad que dé libertad al estudiante	4 (9,3% de los participantes)
Actividad adaptada a la diversidad de ritmos de aprendizaje	3 (7,0% de los participantes)
Actividad atractiva para el profesor	2 (4,7% de los participantes)
Actividad que utilice material manipulativo y/o TAC	8 (18,6% de los participantes)
Actividad que incluya imaginar o visualizar con la mente	3 (7,0% de los participantes)
Actividad que sea innovadora, diferente a lo habitual, original por parte del profesor	4 (9,3% de los participantes)
Actividad donde el profesor da respuestas y los alumnos buscan la pregunta	1 (2,3% de los participantes)
Actividad que invite a hacerse preguntas	4 (9,3% de los participantes)
Actividad generalizable	1 (2,3% de los participantes)
Actividad difícil, que requiera pensar	3 (7,0% de los participantes)
Actividad que potencie otras habilidades aparte de las matemáticas	1 (2,3% de los participantes)
Actividad que fomente el pensamiento crítico	1 (2,3% de los participantes)
Actividad grupal	6 (14,0% de los participantes)
Trabajar problemas	1 (2,3% de los participantes)
Juegos	3 (7,0% de los participantes)
Actividad a la que se destine el tiempo necesario	2 (4,7% de los participantes)
C.2. ¿Qué consideráis que se puede hacer en el aula para promover la creatividad matemática en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas?	Cantidad de futuros profesores que mencionan esta acción
El profesor debe tener una actitud abierta	9 (20,9% de los participantes)
Usar materiales manipulativos	5 (11,6% de los participantes)
Motivar a los alumnos	7 (16,3% de los participantes)
Proponer y resolver problemas abiertos	10 (23,3% de los participantes)
Proponer actividades interdisciplinarias	5 (11,6% de los participantes)
El profesor debe tener una actitud positiva	3 (7,0% de los participantes)
Los alumnos deben generar preguntas y su propio conocimiento	4 (9,3% de los participantes)
Hacer debate en grupo	9 (20,9% de los participantes)
El profesor debe innovar, hacer cosas diferentes a lo habitual	1 (2,3% de los participantes)
No utilizar libro ni dossier	1 (2,3% de los participantes)
Explicar matemáticas con historias divertidas	1 (2,3% de los participantes)
Proponer actividades que fomenten la creatividad (comentario general)	3 (7,0% de los participantes)

En las preguntas abiertas C.1 y C.2 los futuros profesores debían identificar qué características ha de tener una actividad matemática que promueva la creatividad y, más en general, qué acciones se pueden llevar a cabo en el aula de matemáticas para promover la creatividad. La Tabla 2 muestra el resumen de las respuestas a estas dos preguntas. La característica principal que destacan es que sea una actividad abierta, en el sentido de que admita diferentes métodos de resolución y diferentes soluciones posibles. A continuación, destacan que la actividad debe ser motivadora e de interés para el alumno. Dos futuros profesores consideran que la actividad debe motivar también al docente. La siguiente característica más común es que sea una actividad contextualizada, que tenga conexión con la vida cotidiana de los alumnos; en cambio, solo 5 futuros profesores indican que tenga conexiones con otras disciplinas. Las siguientes características que más destacan son: el uso de material manipulativo y nuevas tecnologías (8 futuros profesores); el trabajo y debate en grupo (6 futuros profesores); y la participación de los alumnos y dinamismo de la actividad (5 futuros profesores). Relacionado con la última característica, 4 futuros profesores también destacan la libertad de los alumnos. La innovación a la hora de trabajar diferentes contenidos o plantear las clases de manera distinta a la habitual también es una característica que 4 futuros profesores indican, esta característica se podría relacionar con la originalidad del profesor. Por otra parte, 4 participantes indican que la actividad debe invitar al alumno a hacerse preguntas y 3, que requiera razonar y/o conjeturar. Un futuro profesor indica que debería ser generalizable, es decir, que permita formular preguntas más allá de la actividad. Hay dos futuros profesores que destacan el

carácter visual de la actividad, lo cual se podría relacionar también con la categoría de recursos manipulativos y tecnológicos señalada previamente. En otra categoría se han incluido tres comentarios en relación a la imaginación y visualización mental. Respecto a los recursos, dos futuros profesores destacan que debe dejarse el tiempo necesario para que los alumnos reflexionen. Teniendo en cuenta la cognición del estudiante, tres futuros profesores indican que la actividad debe estar adaptada a los conocimientos de los alumnos y la diversidad de ritmos de aprendizaje. Un participante destaca que el enunciado debe ser simple pero que tampoco guíe demasiado al estudiante, y otro señala que los objetivos deben ser claros y cortos. El hecho de que la actividad permita desarrollar otras habilidades que no sean matemáticas es una característica que destaca un futuro profesor. Además, otro futuro profesor remarca que se potencie el pensamiento crítico. Hay varios participantes que describen, en general, actividades que podrían promover la creatividad en su opinión, como por ejemplo que los alumnos busquen preguntas dadas las respuestas o trabajar problemas. También hay tres comentarios de diferentes participantes sobre plantear la actividad como un juego y uno de ellos, en concreto, que considera esta característica en negativo, ya que explica que los alumnos no aprovechan el tiempo en este tipo de situaciones.

En la pregunta C.2 sobre las acciones que se pueden realizar para promover la creatividad en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, muchos futuros profesores indican realizar actividades con las características descritas en la pregunta anterior: actividades de planteamiento abierto (10), de debate en grupo (9), actividades motivadoras basadas en los intereses de los alumnos (7), con material manipulativo (5), interdisciplinarias (5) y actividades donde los alumnos deben generar preguntas (4). Aparte, se han identificado dos categorías relacionadas con la actitud del profesor en el aula: 9 futuros profesores indican que el docente debe tener una actitud abierta, que escuche a los alumnos y genere un clima en el aula que les invite a participar; y 3 futuros profesores consideran que el profesor debe mostrar una actitud positiva y dinámica. Un participante destaca que se deben combinar sesiones más tradicionales con otras más innovadoras, variar la distribución de las mesas en el aula y cambiar las herramientas, adaptándose al tipo de actividad que se presente. Otro participante señala que se debería dejar de seguir el libro de texto o un dossier como base para las clases.

En la pregunta C.3 observamos que a los futuros profesores les cuesta encontrar ejemplos de actividades que promuevan la creatividad (7 dejan la pregunta en blanco y 3 indican que no conocen ninguna actividad). Por otra parte, 18 futuros profesores ofrecen respuestas en las que no está claro cómo se realiza la actividad que promueva la creatividad. Se considera que solo 15 futuros profesores responden a lo que pide la pregunta, especificando una actividad donde ellos piensan que se promueve la creatividad y justificándola brevemente. Entre las actividades que proponen encontramos algunas de las características que se han indicado previamente en las preguntas C.1 y C.2.: que tenga un planteamiento abierto, que invite a los alumnos a hacerse preguntas y les haga pensar, que utilice recursos como material manipulativo o tecnológico, que sea en grupo, que sea de interés para el alumno, que sea contextualizada y que dé libertad a los alumnos. A continuación, se incluye una de las respuestas a modo de ejemplo.

Muchas actividades en 3 actos, que parten de un vídeo sin una pregunta clara, pueden promover la creatividad desde un buen principio. Por ejemplo, la actividad "Will it hit the hoop?" de Dan Meyer, a pesar de que presenta una pregunta bastante clara, permite el uso de diferentes recursos para su resolución (p.e. GeoGebra) y comienza con una situación próxima y atractiva. (E11) (Ejemplo de actividad abierta, con uso de recursos, contextualizada y motivadora)

En la pregunta C.4 (Tabla 3) encontramos futuros profesores que indican que el desarrollo de la creatividad en las clases es importante y lo justifican de diferentes maneras: motiva a los alumnos (9), contribuye al aprendizaje de los alumnos y/o del docente (5), y es útil en la vida y el mundo laboral (5). Un ejemplo de estas respuestas es:

Lo considero muy importante, ya que creo que va ligado a la motivación de los alumnos, y por tanto, es una pieza clave para su aprendizaje. (E4)

Tabla 3. Respuestas a la pregunta abierta C.4

C.4. ¿Qué importancia debería tener, dentro de la labor docente, que los profesores de matemáticas diseñen actividades didácticas que permitan desarrollar la creatividad de sus alumnos?	Frecuencia de respuesta
A favor, porque contribuye al aprendizaje de alumnos y docente	5 (11,6% de los participantes)
A favor, porque motiva a los alumnos	9 (20,9% de los participantes)
A favor, porque es útil en la vida y el mundo laboral	5 (11,6% de los participantes)
A favor, con carácter de obligación	2 (4,7% de los participantes)
A favor, respuesta no justificada	10 (23,3% de los participantes)
A favor, y que se desarrolle conjuntamente en otras disciplinas	2 (4,7% de los participantes)
A favor con matices	4 (9,3% de los participantes)
En contra, al menos en algunos casos	2 (4,7% de los participantes)
Respuesta ininteligible	2 (4,7% de los participantes)
Respuesta en blanco	2 (4,7% de los participantes)

Diez futuros profesores indican que es muy importante promover la creatividad sin justificarlo. Dos futuros profesores ven fundamental (utilizan los términos "obligatorio" y "básico") que los profesores diseñen actividades para desarrollar la creatividad de sus alumnos. Pero también hay participantes que toman posiciones más intermedias. Dos de ellos indican que se debería promover la creatividad conjuntamente en todas las disciplinas y cuatro de ellos explican que se debe estudiar bien la situación e implementar actividades que promuevan la creatividad, pero con límites. Por otra parte, dos futuros profesores no están de acuerdo con promover la creatividad en algunos casos:

Pienso que tiene mucha importancia, pero muy poco sentido para el sistema educativo, ya que las PAU (por ejemplo) no se caracterizan por la creatividad. (E34)

Con la pregunta C.5 no se pretendía estudiar directamente las respuestas de los futuros profesores sobre la creatividad y la manera de promocionarla, sino que se incluyó para verificar o no la suposición de que en las clases del máster se transmitían ideas en este sentido, a pesar de que no haya una formación específica en el tema de creatividad. La mayoría de futuros profesores (32) considera que en el máster se hacen comentarios en mayor o menor profundidad sobre la importancia de desarrollar la creatividad y a veces se ofrecen ejemplos de actividades. Dichas actividades se trabajan en las asignaturas de didácticas específicas, según destacan 18 futuros profesores, y especialmente en geometría (4 de ellos lo especifican); en la asignatura de recursos manipulativos y tecnológicos, según 15 participantes; en psicología (3); en pedagogía (2); en modelización (2); en campos de problemas (1); y en la asignatura de evaluación (1). También, un futuro profesor indica que considera que se mostraron ejemplos para promover la creatividad de los alumnos en una conferencia que se realizó en el horario del máster, aunque es posible que no fuese de asistencia obligatoria para los futuros profesores. Por otra parte, 6 participantes dejan la pregunta C.5 en blanco, dos contestan que no consideran que se haya tratado el tema de la creatividad y otros tres, que han sido comentarios muy puntuales y descontextualizados o poco útiles.

Al considerar conjuntamente las respuestas de las preguntas Likert con las de las preguntas abiertas, se extraen las siguientes conclusiones principales. En cuanto a los elementos que se consideran más importantes para desarrollar la creatividad, aparecen la interacción con otras personas, la motivación y la interdisciplinariedad. Esto se ve también reflejado en las características que destacan los futuros profesores que deberían tener las actividades matemáticas que desarrollen la creatividad, ya que proponen que sean actividades participativas y de debate entre los alumnos, que sean interesantes para ellos y que sean interdisciplinarias. Pero además señalan otros elementos como el planteamiento de preguntas abiertas, el uso de material manipulativo (y no tanto las nuevas tecnologías) y la contextualización de las actividades. Algunos participantes relacionan la contextualización de las actividades con la motivación de los alumnos, explicando que, si se plantea una actividad con elementos familiares y útiles en su día a día, será más atractiva para ellos.

Respecto al papel del docente, los futuros profesores le dan mucha importancia a la actitud del profesor. Consideran que debe tener una actitud positiva y abierta para dialogar y comprender a los alumnos. Desde el punto de vista pedagógico, los futuros profesores opinan que es importante que el docente tenga recursos para estimular la creatividad de sus alumnos, diseñe buenas actividades matemáticas y se adapte a los intereses y a los diferentes ritmos de aprendizaje. Sin embargo, no destacan la formación matemática del docente como un aspecto clave para ser creativo, en general.

Por último, los futuros profesores destacan que el hecho de trabajar de manera creativa en clase potencia el aprendizaje de los alumnos (y también del profesor) y que motiva a los alumnos. A su vez, esto les permite justificar la importancia de desarrollar la creatividad y añaden que es necesaria para resolver situaciones en la vida cotidiana y para el futuro laboral de los alumnos.

CONCLUSIONES

En primer lugar, observamos que casi el 70% de los participantes piensan que la creatividad es una cualidad que se puede desarrollar. Pensamos que esto es básico para que luego se planteen cómo trabajar en las clases de matemáticas de manera que los alumnos puedan desarrollar su creatividad. Observamos que los futuros profesores, en general, no asocian la creatividad a un proceso profundo de estudio de la situación problemática previo a su resolución. El estudio previo del problema correspondería a la primera fase del modelo Gestalt y, de hecho, el resto de las fases del modelo (incubación, iluminación y verificación) tampoco aparecen reflejadas en las respuestas de los futuros profesores. Aunque dos participantes destacan que es fundamental dejar el tiempo necesario a los alumnos para que reflexionen cuando se plantean actividades que promuevan su creatividad.

Los futuros profesores consideran que un estudiante creativo es capaz de formular preguntas y encontrar diferentes tipos de resolución a un problema. Para caracterizar a un profesor creativo, tienen en cuenta que diseñe actividades que permitan desarrollar la creatividad de sus alumnos, que valore las aportaciones de los alumnos y que tenga una actitud positiva y abierta. Estos resultados son similares a los que obtienen Yazgan-Sağ y Emre-Akdoğan (2016), trabajando también con futuros profesores. Por otra parte, teniendo en cuenta las subcategorías que plantean Lev-Zamir y Leikin (2011), encontramos ejemplos de flexibilidad por parte del profesor, en su actitud y a la hora de diseñar tareas con preguntas abiertas, interesantes, interdisciplinarias y adaptadas a la diversidad del grupo de alumnos. También, algunos participantes destacan aspectos que se podrían relacionar con la originalidad del profesor, como la propuesta de actividades innovadoras que no sigan la pauta de un libro de texto o un dossier. Aunque menos frecuentes, también encontramos referencias a la flexibilidad de los alumnos, en la resolución de problemas y la participación en debates del grupo, y a su originalidad, a través de la generación de preguntas y problemas por ellos mismos.

Algunos enfoques teóricos de la creatividad (Sriraman, 2004; Sternberg y Lubart, 1993) incluyen elementos que los futuros profesores relacionan con el desarrollo de la creatividad, como la interacción con otras personas y la motivación. A pesar de que los futuros profesores muestran creencias en consonancia con estas investigaciones, cuando en la pregunta C.3 se pide que expliquen un ejemplo de actividad, menos de la mitad de los participantes ofrecen una descripción clara. Esto puede ser debido a que muchos no concretan las ideas que expresan, o bien no las han incorporado realmente a su práctica de enseñanza. En este sentido, Lev-Zamir y Leikin (2013) compararon las concepciones de profesores en sus declaraciones y en la práctica y observaron que no siempre están de acuerdo. Por otra parte, en nuestro estudio algunos futuros profesores (4,7%) no consideran importante que se fomente la creatividad en las clases de matemáticas.

Agradecimientos

Este trabajo recibió apoyo de los proyectos de investigación en formación de profesorado PGC2018-098603-B-I00 MCIU/AEI/FEDER, UE) y REDICE18-2000 (ICE-UB) y con el apoyo de la Secretaria d'Universitats i Recerca de la Generalitat de Catalunya i del Fons Social Europeu.

Referencias

- Aktaş, M. (2016). Turkish high school teachers' conceptions of creativity in mathematics. *Journal of Education and Training Studies*, 4(2), 42–52.
- Almeida, L. S., Prieto, L., Ferrando, M., Oliveira, E. y Ferrándiz, C. (2008). Torrance Test of Creative Thinking: The question of its construct validity. *Thinking Skills and Creativity*, 3(1), 53-58.
- Barquero, B., Richter, A., Barajas, M. y Font, V. (2014). Promoviendo la creatividad matemática a través del diseño colaborativo de c-unidades. En M. T. González, M. Codes, D. Arnau y T. Ortega (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVIII* (pp. 157-166). Salamanca: SEIEM.
- Hosseini, A. S. y Watt, A. P. (2010). The effect of a teacher professional development in facilitating students' creativity. *Educational Research and Reviews*, 5(8), 432–438.
- Joklitschke, J., Rott, B. y Schindler, M. (2018). Theories about mathematical creativity in contemporary research: A literature review. En E. Bergqvist, M. Österholm, C. Granberg y L. Sumpter (Eds.). *Proceedings of the 42nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Vol. 3* (pp. 171-178). Umeå, Suecia: PME.
- Kampylis, P. G. y Valtanen, J. (2010). Redefining creativity - Analyzing definitions, collocations, and consequences. *The Journal of Creative Behavior*, 44(3), 191-214.
- 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.
- Kaufman, J. C. y Sternberg, R. J. (2006). *The International Handbook of Creativity*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Lev-Zamir, H. y Leikin, R. (2011). Creative mathematics teaching in the eye of the beholder: focusing on teachers' conceptions. *Research in Mathematics Education*, 13(1), 17–32.
- Lev-Zamir, H. y Leikin, R. (2013). Saying versus doing: Teachers' conceptions of creativity in elementary mathematics teaching. *ZDM*, 45(2), 295-308.
- Mann, E. L. (2006). Creativity: The essence of mathematics. *Journal for the Education of the Gifted*, 30(2), 236-260.
- Panaoura, A. y Panaoura, G. (2014). Teachers' awareness of creativity in mathematical teaching and their practice. *Issues in the Undergraduate Mathematics Preparation of School Teachers*, 4, 1–11. Recuperado de: <http://www.k-12prep.math.ttu.edu/journal/4.curriculum/panaoura01/article.pdf>
- Pásztor, A., Molnár, G. y 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.
- Sala, G., Font, V., Barquero, B. y Giménez, J. (2017). Contribución del EOS en la construcción de una herramienta de evaluación del pensamiento matemático creativo. En J. M. Contreras, P. Arteaga, G. R. Cañadas, M. M. Gea, B. Giacomone y M. M. López (Eds.), *Actas del Segundo Congreso Internacional Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos*. Recuperado de <http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/civeos.html>
- Silver, E. A. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *ZDM*, 29(3), 75-80.
- Sriraman, B. (2004). The characteristics of mathematical creativity. *The Mathematics Educator*, 14(1), 19-34.
- Sternberg, R. J. y Lubart, T. I. (1993). Investing in Creativity. *Psychological Inquiry*, 4(3), 229-232.
- Yazgan-Sağ, G. y Emre-Akdoğan, E. (2016). Creativity from two perspectives: prospective mathematics teachers and mathematician. *Australian Journal of Teacher Education*, 41(12), 25-40.