

PROMOVIENDO LA CREATIVIDAD MATEMÁTICA A TRAVÉS DEL DISEÑO COLABORATIVO DE C-UNIDADES¹

Fostering mathematical creativity through the collaborative design of innovative c-units

Berta Barquero, Andrea Richter, Mario Barajas, Vicenç Font
Universidad de Barcelona

Resumen

Este trabajo se centra en las primeras fases de investigación desarrolladas en el marco del proyecto europeo MC2 (Mathematical Creativity Squared) que se propone indagar cómo promover la creatividad matemática a través del diseño innovador de unidades didácticas (c-unidades). Este diseño, en manos de las denominadas comunidades de interés (CdI), llevará a confluir diferentes formas de interpretar qué es la creatividad en nuestra sociedad, en las matemáticas y cómo es posible promover la creatividad y el pensamiento matemático creativo en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. En este trabajo nos centraremos en explorar las distintas interpretaciones y preconcepciones de nuestra CdI sobre la creatividad en matemáticas y sobre los primeros criterios a tomar en cuenta para el diseño matemático y didáctico de estas c-unidades.

Palabras clave: *creatividad matemática, pensamiento matemático creativo, creatividad social, comunidades de interés, criterios de diseño*

Abstract

This paper focuses on the first research phases developed in the frame of the European project MC2 (Mathematical Creativity Squared) that leads the main objective of looking into how to foster mathematical creativity through the innovative design of didactic units (called c-units). This design, carried out by the communities of interest (CoI), will come together different ways of understanding what creativity is in our society and in mathematics and ways of proposing how to promote creativity and a creative mathematical thinking in the teaching and learning of mathematics. In this work, we focus on investigating about the different conceptions and ways of understanding that different components of the CoI express when they are asked about mathematical creativity and about the first principles to take into account for the mathematical and didactic design of these c-units.

Keywords: *mathematical creativity, creative mathematical thinking, social creativity, communities of interest, design principles*

INTRODUCCIÓN

En este trabajo presentamos una investigación realizada en el ámbito del proyecto MC2 (Mathematical Creativity Squared) iniciado a finales de 2013. A continuación describimos brevemente los objetivos de este proyecto. El MC2 se propone, en términos generales, el diseño y desarrollo de un entorno digital que pueda servir de apoyo para la interacción de diversos individuos y comunidades de prácticas involucradas en la enseñanza de las matemáticas. Esta interacción tendrá como objetivo central el diseño de los recursos didácticos apropiados para promover la creatividad y el pensamiento matemático creativo en la enseñanza de las matemáticas en los distintos niveles educativos, dando preferencia a la Educación Secundaria.

La búsqueda de cómo promover el pensamiento matemático creativo (PMC) se plantea como uno de los objetivos centrales de la Unión Europea (EC, 2006), tanto a nivel de la aula como de los

Barquero, B., Richter, A., Barajas, M., 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.

sistemas educativos en general. El proyecto que aquí nos ocupa se centra en la propuesta de diseños innovadores para promover la creatividad y el PMC en sus futuros usuarios (estudiantes y profesores de secundaria o de otros niveles educativos). Estos diseños incidirán sobre nuevas formas de pensar, desarrollar, aprender y enseñar matemáticas.

El proyecto MC2 se propone, además, indagar en: (a) la creatividad social (Fischer, 2011) que surge en el proceso de diseño colaborativo o de co-diseño de unidades y secuencias didácticas que llamaremos *c*-unidades (la *c* en referencia a creatividad) y, (b) describir hasta qué punto y en qué medida estas unidades pueden promover la creatividad matemática y el PMC en profesores y estudiantes. El énfasis se pone en el proceso de diseño de estas propuestas y en el desarrollo del entorno digital necesario para darles soporte.

Para conseguir estos objetivos, el proyecto MC2 irá desarrollando en paralelo un nuevo formato de *e*-book (libros electrónicos) denominado “*c*-book” (*c*-libro, *c* de creativo). Este *c*-libro reunirá distintas *c*-unidades (unidades creativas) que serán diseñadas por las denominadas Comunidades de Interés (CdI) (Fisher, 2001). Cada país participante en los bloques dedicados al diseño de *c*-unidades, un total de cuatro países: España, Francia, Inglaterra y Grecia constituirá su CdI local. En estas CdI, formadas por unas 12-20 personas, van a confluir perfiles bastante diferentes provenientes de distintas comunidades de prácticas y con diferentes “culturas” epistemológicas y pedagógicas. En nuestro caso la CdI está formada por: profesores de Primaria y de Secundaria, investigadores en Educación Matemática, editoriales educativas, desarrolladores de tecnología educativa y expertos externos del ámbito de la educación matemática, que pueden aportar su visión distinta sobre cómo promover la creatividad en la sociedad y, en particular, en las matemáticas. Este punto de apertura y de confluencia de los distintos perfiles, intereses e interpretaciones será la que dé origen a interesantes puntos de discusión y aporte criterios originales y novedosos en el diseño de las *c*-unidades. Los grupos participantes se proponen así formar una comunidad interdisciplinar de profesionales e investigadores donde los roles de “diseñadores”, “consultores” y “consumidores” van a entremezclarse permitiendo un continuo rediseño de las *c*-unidades.

LA CREATIVIDAD MATEMÁTICA Y EL PENSAMIENTO MATEMÁTICO CREATIVO

La creatividad y, en particular, la creatividad matemática es un concepto complejo y polisémico que ha sido considerado en muchas investigaciones y abordado desde muchos puntos de vista. Diversas caracterizaciones sobre qué es la creatividad, la creatividad en matemáticas y el PMC han sido propuestas. Algunas de ellas se han centrado más en los sujetos creativos, otras en el proceso creativo o en los productos resultantes (Haylock 1987, Mann 2006) e incluso otras introduciendo nuevas dimensiones culturales y sociales inherentes a la creatividad (Csikszentmihalyi 2000, Sriraman 2009).

Ervynck (1991) describe la creatividad matemática a través de tres etapas: una etapa técnica conceptual preliminar, seguida de una actividad más algorítmica y, finalmente, una actividad creativa que consiste en la habilidad de resolver problemas y de tomar decisiones con estrategias no algorítmicas. Por su parte, Hadamard (1945) después de indagar en los procesos mentales que matemáticos y científicos seguían haciendo matemáticas, describe el proceso creativo utilizando el modelo Gestalt con sus cuatro fases: *preparación-incubación-iluminación-verificación*. Trabajos más recientes, como el de Liljedahl (2013), aceptan y extienden los trabajos de Hadamard añadiendo el fenómeno que denomina “AHA! experience” que, según el autor, es clave en el momento de la iluminación. A pesar de la descripción más a menos aceptada de las etapas en los procesos creativos en matemáticas, no deja de ser misterioso el cómo promover los mecanismos adecuados para que la vivencia y transición de estos distintos momentos puedan ocurrir. En este sentido:

Los misteriosos mecanismos mediante los cuales actúa la *incubación* de los problemas con los que se ocupa la mente hasta el momento en que en ella surge la *inspiración* o *iluminación* decisiva en todo

proceso verdaderamente creativo es otro de los temas poco conocidos y bastante controvertidos de los que habrá que ocuparse (Guzmán, 1995)

A pesar de las dificultades en definir y describir estos términos, tanto la comunidad matemática como la comunidad de investigadores en educación matemática muestran su acuerdo en el papel esencial que tiene la creatividad en el quehacer matemático. Los investigadores distinguen entre la creatividad matemática en la comunidad matemática y la creatividad en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas a nivel escolar. Por ejemplo, Kaufman y Beghetto (2008) distinguen entre “big-C, middle-C o little-C” para centrarse en la comunidad de matemáticos como productores de conocimiento, en los alumnos en grupo o en los alumnos individualmente. En el proyecto MC2, nos centraremos en la creatividad a nivel escolar (o middle-c), que Liljedahl & Sriraman (2006) sugieren caracterizar como:

Mathematical creativity at school level is: (1) the process that results in unusual (novel) and/or insightful solution(s) to a given problem or analogous problem, and/or (2) the formulation of new questions and/or possibilities that allow an old problem to be regarded from a new angle. (Ibid., p.19)

Cómo promover la creatividad y el PMC, más allá del problema de su caracterización, es un problema de investigación relevante en Educación Matemática y, en particular, para el proyecto MC2 en el cual está enmarcada esta investigación.

La paradoja escolar en torno a la creatividad: ¿cómo promover la creatividad en la escuela?

¿Cómo una actividad que potencialmente es muy creativa deja de serlo al ser enseñada? Por una parte tenemos que la actividad matemática promueve la emergencia de nuevos objetos matemáticos: nuevos problemas, nuevas estrategias de resolución, nuevas nociones teóricas, así como nuevas relaciones entre estos. Por otra parte esta creatividad potencial se pierde en muchos casos en su proceso de enseñanza, como explican Chevallard, Bosch & Gascón (1997):

En las instituciones escolares actuales impera una fuerte tendencia a fraccionar la matemática enseñada. El estudiante se encuentra con unos objetos matemáticos poco relacionados entre sí, con unas estrategias de resolución muy rígidas con problemas relativamente aislados y con una teoría poco relacionada con la práctica matemática concreta. Resulta, en definitiva, que la actividad matemática escolar que llevan a cabo los alumnos no está sostenida a las condiciones de un proceso sostenido y estructurado y, por lo tanto, tiene pocas posibilidades de ser creativa.

Silver (1997, p.75) señala la coexistencia de dos visiones sobre creatividad matemática. La visión de la creatividad del “genio” que sugiere que la creatividad matemática difícilmente puede ser modificada con procesos formativos y que el trabajo creativo surge de momentos de inspiración puntual que pocos consiguen y, por otro lado, la creatividad que se asocia a largos procesos de estudio y de indagación que, a través de procesos de formación adecuados, puede llegarse a desarrollar. Situándonos en esta segunda perspectiva, se da una situación paradójica: por una parte, la propia estructura de la matemática escolar puede llegar a dificultar el desarrollo de una actividad matemática creativa que requiere de procesos largos y profundizados de estudio, y, por otra parte, la escuela (y la sociedad) otorga un gran valor a la creatividad. Se produce, en cierta manera, un desfase entre los medios y dispositivos escolares que se ponen en juego y los fines que se dice que se pretende alcanzar.

Con relación a la paradoja comentada, en el proyecto MC2 se asume que, mediante el diseño apropiado de unidades y secuencias didácticas, se podrá incidir en el desarrollo de la creatividad y el PMC en nuestras aulas. El problema de investigación que nos planteamos aquí trata un aspecto relacionado con la siguiente problemática (que es el objetivo general del proyecto MC2):

¿Cómo podemos caracterizar una actividad escolar creativa en matemáticas? ¿Qué características y condiciones son cruciales a considerar en el diseño matemático y didáctico de c-unidades para

promover la creatividad matemática y el PMC en las aulas? ¿Qué restricciones pueden aparecer cuando estos diseños quieran convivir con los medios y dispositivos escolares existentes?

En este artículo nos centraremos en describir la primera fase de investigación del proyecto. Esta fase incluye la configuración de las comunidades de interés y un primer estudio acerca de sus ideas preconcebidas sobre la creatividad. Más concretamente, nos centraremos en la indagación sobre las preconcepciones epistemológicas, pedagógicas y didácticas sobre la creatividad en matemáticas, el PMC y en cómo promoverlo a través del diseño de *c*-unidades. Cabe destacar que, a lo largo del proyecto, vamos a abordar cuestiones mucho más amplias que van a ir evolucionando junto con sus propuestas de diseño.

LAS COMUNIDADES DE INTERÉS: INDAGANDO SOBRE SUS PRECONCEPCIONES SOBRE LA CREATIVIDAD MATEMÁTICA

Configuración de las comunidades de interés

La noción de comunidad de interés, CdI (Fisher, 2001) surge en el proyecto MC2 extendiendo la noción más popularizada de comunidad de prácticas (Wegner, 1998). En el marco del proyecto, cada universidad participante en este bloque de trabajo constituirá independientemente su CdI. En términos generales, la configuración de estas comunidades tienen que incluir miembros que directamente estén involucrados en la enseñanza de las matemáticas en distintos niveles educativos y aportando diferentes perspectivas de actuación (profesores, editoriales educativas, tecnología educativa, etc.), pero a la vez incluyendo un punto de apertura de la escuela a la sociedad, incluyendo profesionales externos al mundo de educación matemática que puedan problematizar y cuestionar el papel de la creatividad en las matemáticas, en su enseñanza y en el diseño de actividades para promover un pensamiento creativo. Su configuración va a ser central porque estos van a ser los encargados de desarrollar el diseño de las *c*-unidades a lo largo de todo el proyecto.

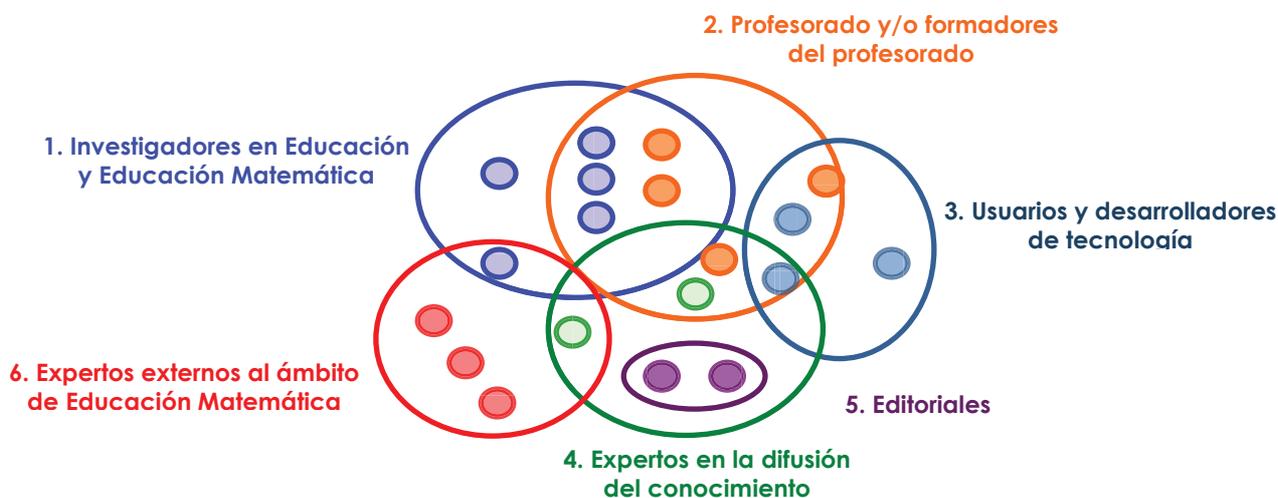


Figura 1. Configuración de la CdI según las CdP involucradas

Con relación al caso que aquí nos ocupa, el de la Universidad de Barcelona (UB), a lo largo el proceso de configuración de la CdI, hemos distinguido las siguientes categorías permitiendo delimitar las diferentes CdP involucradas: 1. Investigadores en educación y/o en educación matemática; 2. Profesorado y/o formadores del profesorado; 3. Desarrolladores de tecnología para la educación matemática y usuarios especializados; 4. “Expertos” en la difusión del conocimiento; 5. Editoriales y 6. “Expertos” externos al ámbito de Educación Matemática. Esta categorización nos sirve, por un lado, para establecer divisiones en términos de las CdP involucradas y, por otro lado, describir los puntos de encuentro o de interés entre los distintos miembros asegurando el máximo de riqueza y complementariedad entre dominios distintos del conocimiento, culturas y perspectivas institucionales diferentes. Por ejemplo, un profesor de secundaria que desarrolla su práctica

principal como docente puede también encargarse del diseño y difusión de dispositivos innovadores para la enseñanza de las matemáticas. O, un investigador ajeno al ámbito de educación matemática puede ser gran conocedor de qué características tienen las actividades de modelización matemática y del papel que las matemáticas pueden jugar en contacto con otras disciplinas. Nuestra CdI ha quedado constituida por 19 personas cuya configuración se muestra en la Figura 1.

Al margen de los miembros de la CdI de tipo permanente y, dado que varios de ellos están involucrados en la enseñanza Primaria/Secundaria o en la formación del profesorado de estos niveles educativos, contaremos a lo largo de los distintos ciclos del proyecto con estudiantes en estas etapas educativas para implementar, analizar y mejorar las distintas versiones de las c-unidades.

Primer estudio exploratorio sobre las preconcepciones de la CdI sobre creatividad y PMC

El objetivo de este primer estudio exploratorio es conocer mejor las preconcepciones y formas de describir y expresarse que tienen los distintos miembros de la CdI cuando se les pregunta sobre qué es y cómo se puede caracterizar la creatividad, la creatividad matemática y la forma en que se puede promover a través del diseño adecuado de unidades o secuencias didácticas. Dado que en la CdI conviven diferentes perfiles, nos interesa empezar a conocer los puntos de encuentro y de divergencia que estos expresan sobre cómo la creatividad y, en particular, la creatividad matemática de desarrolla, se manifiesta, se promueve, etc. en sus distintos ámbitos profesionales.

Con relación a este objetivo, las investigaciones que se describen en Bolden, Harries & Newton (2010), Lev-Zamir & Leikin (2011, 2013), Leiken et al. (2013) y Sriraman (2009) resultan un punto de partida muy importante. Su principal objetivo se centra en indagar en las creencias y preconcepciones que distintas comunidades: matemáticos, profesores y estudiantes, tienen sobre la creatividad en matemáticas y cómo estas pueden llegar a transformarse en limitaciones en la puesta en práctica en las aulas de cierto tipo de actividad creativa. Más concretamente, Leiken et al. (2013) trabajan en la validación del uso de un cuestionario como herramienta central en un estudio internacional sobre las preconcepciones de los profesores de matemáticas sobre qué es una persona creativa, un profesor creativo y un alumno creativo. Por su parte, Bolden et al. (2010) centra su estudio en preconcepciones de futuros maestros de Primaria en formación.

En una primera fase, con este objetivo, y siguiendo los trabajos mencionados, nuestro estudio se ha basado, en el análisis de los datos obtenidos a través de una encuesta elaborada a partir de indicadores que caracterizan lo que entendemos por creatividad y creatividad matemática. Esta encuesta combinó principalmente preguntas cerradas con afirmaciones frente a las cuales se solicitó a los miembros de la CdI que las valorasen en una escala Likert del 1 al 5 según si se estaba totalmente en desacuerdo (1) o totalmente de acuerdo (5), además de algunas preguntas abiertas². En la segunda fase, los resultados de las encuestas se complementaron con entrevistas a los distintos miembros de la CdI (individualmente o en CdP cuando ha sido posible) con el objetivo de darles la oportunidad de ampliar sus respuestas, principalmente en relación con las cuestiones abiertas. Las entrevistas fueron realizadas por el equipo interno de investigadores de la UB siguiendo la estructura que ya incorporaba la encuesta aunque centrándose principalmente en las cuestiones abiertas, la Figura 2 muestra la estructura y algunas de las preguntas de dos de los tres bloques de la entrevista (se realizó un tercer bloque dedicado a la creatividad en su ámbito profesional que no entraremos a describir).

A. ¿Qué caracteriza la creatividad y el pensamiento creativo? ¿Qué elementos son importantes en un proceso creativo?

- ¿Podemos suponer que la creatividad es una calidad innata o, por el contrario, se puede educar/instruir/enseñar, etc.?

- ¿El pensamiento creativo se puede considerar una consecuencia de momentos puntuales de inspiración o, por el contrario, una consecuencia de un proceso de estudio largo y profunda de un problema?
- ¿Un proceso creativo es más un proceso individual o en comunidad e interacción con otras personas y disciplinas?

B. Promover la creatividad en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas

- ¿Qué elementos (actitudes y motivaciones, diseño de tareas, estudio multidisciplinar, etc.) consideras que tienen más impacto en promover la creatividad matemática en la enseñanza y aprendizaje de esta disciplina?
- ¿Qué tres características debe tener una actividad matemática que promueva la creatividad? ¿Podrías dar un ejemplo de tarea o actividad matemática con estas características? ¿Qué elementos o características esenciales incorpora tu propuesta?

Figura 2. Guión breve de las entrevistas de acuerdo con la encuesta previa

Resultados del estudio

A continuación, se presentan conjuntamente los resultados del cuestionario complementados por algunas respuestas obtenidas en las entrevistas. La encuesta ha sido completada por 17 personas (de las 19) que forman nuestra CdI. Después de haber completado dicho cuestionario, 14 de estas personas han sido entrevistadas individualmente, o en su CdP cuando nos ha sido posible. Esencialmente, hemos organizado las preguntas en dos categorías. Una primera referente a la caracterización de la creatividad y el PMC y centrándose en identificar qué elementos son importantes en un proceso creativo. Y una segunda categoría más focalizada en la promoción de la creatividad en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

A. ¿Qué caracteriza la creatividad y el pensamiento creativo? ¿Qué elementos son importantes en un proceso creativo?

Hay opiniones muy diversas sobre si la creatividad es una capacidad innata o no, pero podemos ver que mayoritariamente dentro de la CdI se considera que la creatividad es una cualidad que se puede desarrollar, educar, instruir, etc. (el 82% de la muestra indica un 4 (41%) o un 5 (41%) en una escala de Likert donde 1 es “muy en desacuerdo” y 5 es “completamente de acuerdo”).

Como elementos importantes que puedan caracterizar un proceso creativo de estudio o resolución de un problema o situación problemática podemos destacar que se describe la interacción como una fuente de creatividad, ya sea la interacción con otras personas así como el estudio multidisciplinar.

E1: La interacción, me da la sensación que, es un elemento clave de la creatividad, sea entre herramientas, entre personas o entre conocimientos.

E2: Posiblemente como más interacción tengas con otras personas, más fácil es que los detonadores [de la creatividad] se activen. (...) para mí es mucho más fácil que estas chispas, a las que te costaría llegar o no llegarías tú solo, el intercambio y la interacción con otra gente las hace surgir y te hace avanzar mucho más rápido, hace que estos detonadores estén en la superficie para saltar con estos nuevos inputs.

E3: El proceso creativo es un proceso individual. La interacción con otras personas es muy importante, aporta ideas, puntos de vista, requiere del proceso de explicar y comunicar. (...) pero es una parte complementaria ya que es individualmente que se decide y se marca el camino.

E4: La creatividad en matemáticas podría ser esto, poner en contacto campos diferentes, podría ser aplicar herramientas no estándares de un campo en otro campo.

E5: Una vez hablábamos de las actividades frontera, de manera que te sacan de tu zona de comodidad, donde no te hace falta recurrir a otras herramientas, cuando quizás tampoco te ayuda. En el momento en que sales de tu espacio de comodidad y las herramientas que tienes completamente

asumidas no funcionan es cuando has de poner en juego otras cosas y posiblemente esto ayuda a despertar la creatividad.

B. Promover la creatividad en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas

Con el objetivo de caracterizar una tarea matemática o extra-matemática que pueda fomentar y promover la creatividad, inicialmente se pregunta sobre las capacidades que se atribuyen a un estudiante creativo y a un profesor creativo o que promueva la creatividad.

En la encuesta podemos ver que para caracterizar a un estudiante creativo se da importancia a las competencias de razonamiento, de generar preguntas y de comunicar. Un 94% de las personas de la muestra identifican un estudiante creativo como aquel que es capaz de formular cuestiones e iniciar investigaciones, y que, además, sabe encontrar diferentes maneras de representar los conceptos o cómo llegar a la solución de un problema. Para promover la creatividad, un 88% de la CdI opina que el profesorado debe tener herramientas y recursos para estimular la creatividad en sus estudiantes y ha de saber valorar la creatividad en sus trabajos.

En cuanto a la necesidad de tener una base sólida de conocimientos y herramientas matemáticas, vemos que hay una gran diferencia entre si hablamos de un estudiante o de un profesor. A continuación algunos de los comentarios referidos a un estudiante afrontando una situación o problema de manera creativa en matemáticas:

E6: No hacen falta conocimientos específicos. En algunas situaciones te pueden ayudar. Dependiendo de cómo se hayan adquirido los conocimientos, puede ser que no se puedan usar de forma creativa. A veces eres creativo porque te faltan recursos y has de crearlos. La experiencia puede determinar el proceso.

E7: La idea creativa te fuerza a trabajar los conocimientos para poderla llevar a cabo. Tengo una idea y me gustaría hacer esto, pero no sé suficiente, a partir de aquí ¿qué conocimientos necesito tener para poder avanzar? El orden no está establecido, a veces a partir de los conocimientos y del trabajo, viene el detonador que ayuda a que salga la idea creativa; a veces la idea creativa es la que crea la necesidad de construir unos conocimientos para poder llevarla a cabo.

En cambio, cuando hablamos concretamente sobre el profesorado:

E8: La creatividad se manifiesta cuando ponemos en juego conocimientos y habilidades, por eso creo que sí que una base sólida de conocimientos específicos cataliza la creatividad.

E9: Yo distinguiría entre ser un profesor creativo y ser un profesor que fomenta la creatividad, que no tiene porqué estar ligado. Probablemente ser creativo ayude a fomentar la creatividad pero no tiene porqué estar ligado.

E10: [Delante de un ejemplo en el que un alumno propone una metodología diferente y el profesor responde “quizás sí que se podría hacer de esta manera”] El único profesor que es capaz de decir este “quizás sí” es el profesor que conoce muy bien la materia. El profesor inseguro, por falta de conocimientos del territorio que pisa, es un matador de creatividad. Puede ser un buen transmisor de conocimientos pero un matador de creatividad.

En la encuesta se pide a los participantes que expliquen tres características que consideren que ha de tener una actividad que promueva la creatividad y que pongan un ejemplo concreto de actividad, durante las entrevistas se da la oportunidad de extender más estas respuestas. En la Tabla 1 se resumen las características más destacadas en las propuestas de la CdI.

Como se puede ver en la tabla 1 hay varios aspectos referentes al proceso de resolución de la actividad. Por un lado, todos los participantes consideran que una actividad promueve la creatividad si admite diferentes formas de resolución, expresado en sus palabras: “que tenga más de una estrategia para llegar a la solución (si la tiene)”, “que permita diferentes caminos de abordaje, que acepte procesos de resolución no convencionales” o “ellos se han de cuestionar diferentes maneras de resolverlo y han de estudiar la viabilidad de cada una de esas posibilidades”. La existencia de

diferentes caminos, se asocia también a “que haya variedad en el uso de herramientas y/o conocimientos” así como “que invite a usar diferentes tipos de representación de las ideas matemáticas (simbólica, gráfica, a través de objetos...)”. Para la mayoría, también es clave que la solución no sea única sino que existan diferentes soluciones o “incluso se admitan aproximaciones”, otras actividades proponen que los alumnos generen sus propias preguntas y, por lo tanto, cada trabajo parta de un mismo estímulo pero se enfoque de manera diferente, atendiendo a diferentes niveles de profundización e intereses.

Tabla 1. Resumen de las respuestas proporcionadas por 16 participantes de la CdI

Más de una vía de resolución		Más de una solución		Uso de diferentes representaciones y herramientas	
No explícito	Explícito	No explícito	Explícito	No explícito	Explícito
0	16	1	15	0	16
Comunicación		Cautivar a los alumnos		Enmarcar en un contexto / interdisciplinariedad	
No explícito	Explícito	No explícito	Explícito	No explícito	Explícito
9	7	5	11	3	13

Para algunos participantes, la comunicación es una de las características que se ha citado para la promoción de la creatividad: “que permita argumentar, discutir y confrontar opiniones”. Sus propuestas incluyen momentos de intercambio y expresión: “lo explican con un mural, con una presentación de diapositivas, con un dibujo, con un texto...” o “charlas en grupo para exponer el trabajo que se está desarrollando”.

Como muestra la tabla 1, la mayoría de las propuestas sitúan la actividad en un contexto que sea comprensible y accesible a los alumnos. En muchos de los casos se propone partir de una situación real, como por ejemplo medir la altura de un edificio o intentar entender un truco de magia.

En esta misma dirección, cuando se les pregunta sobre qué tipo de diseño de actividad matemática sería interesante trabajar con el objetivo de promover la creatividad, 9 de los 17 encuestados hacen referencia a trabajar en problemas en “contextos reales” y de “modelización matemática” y otros 4 aluden a diseñar actividades centradas en la “resolución de problemas abiertos que lleve a la constante formulación de preguntas”, así como también a actividades que lleven a la “indagación” fuera y dentro de las matemáticas. Se abren así unas líneas de actuación y de diseño que son bastante propias por parte del equipo de investigación involucrado (Barquero, Bosch & Gascón, 2010; García et al. 2011).

Perspectivas de la investigación

En este trabajo nos hemos centrado en describir la primera fase de investigación en el ámbito del proyecto MC2. El estudio presentado se ha basado en la realización y análisis de encuestas y de las consiguientes entrevistas con nuestra CdI que nos permite tener una primera aproximación sobre, por un lado, las preconcepciones epistemológicas, pedagógicas y didácticas que los distintos miembros de la CdI, con distintos perfiles profesionales, tienen sobre la creatividad matemática, el PMC y las formas cómo promoverlos en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Por otro lado, nos permite empezar a detectar temáticas y líneas generales de interés que comparten los distintos miembros de la CdI, como por ejemplo: diseños basados en “modelización matemática”, en “planteo de problemas abiertos con múltiples trayectorias solución”, en “situaciones de comunicación y de planteo de preguntas en contextos realistas”, etc. que serán un punto de partida esencial para los próximos ciclos del proyecto y para el diseño de las futuras *c*-unidades.

Actualmente, la CdI está trabajando en el co-diseño de las dos primeras *c*-unidades. La CdI se ha organizado en dos subgrupos de trabajo mezclando distintos perfiles profesionales. Dentro de estos subgrupos se han asignado dos tipos de roles: el de diseñadores y el de revisores. Por su parte, los diseñadores de la *c*-unidad se encargarán de: (1) decidir la temática en la que desarrollarán la unidad y el nivel educativo, (2) pactar y explicitar los criterios o principios con los que se van a llevar a cabo el diseño y (c) desarrollar el diseño completo e integrarlo en la plataforma digital del *c*-book. De forma complementaria, los revisores se encargarán principalmente de analizar cómo y donde se han ido integrando los criterios de diseño y cómo han ido evolucionando a lo largo del desarrollo de la unidad. Actualmente se han definido dos temáticas: la primera *c*-unidad centrada en la “necesidad definir puntos mediante coordenadas” (1º ESO) y la segunda *c*-unidad sobre el “comportamiento viral de las redes sociales” (3º-4º ESO). Las próximas etapas del proyecto se centrarán en analizar cómo las preconcepciones sobre creatividad puestas de manifiesto en la primera fase del proyecto se han integrado en el diseño de las *c*-unidades y cómo los criterios base para llevar a cabo dichos diseños van evolucionando en estos primeros ciclos de diseño colaborativo.

Referencias

- Barquero, B., Bosch, M. & Gascón, J. (2010). Génesis y desarrollo de un problema didáctico: el papel de la modelización matemática en la enseñanza universitaria de las CCEE. En M.M. Moreno, A. Estrada, J. Carillo & T.A. Sierra, *Investigación en Educación Matemática XIV*, pp. 235 – 244. Edicions de la Universitat de Lleida.
- Bolden, D., Harries, T. & Newton, D. (2010). Pre-service primary teachers’ conceptions of creativity in mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 73, 143–157.
- Chevallard, Y., Bosch, M. & Gascón, J. (1997). *Estudiar matemáticas. El eslabón perdido entre la enseñanza y aprendizaje*. ICE Universitat de Barcelona: Editorial Horsori.
- Csikszentmihalyi, M. (2000). *Implications of a systems perspective for the study of creativity*. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 313–335). Cambridge: Cambridge University Press.
- EC. (2006). Recommendation 2006/962/EC of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning, Official Journal L 394 of 30.12.2006, 10–18, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:EN:PDF>
- Ervynck, G. (1991). Mathematical Creativity. In A. M. Thinking, & D. Tall (Eds.) *Advanced mathematical thinking* (pp. 42-53). Springer Netherlands.
- Fischer, G. (2001). Communities of Interest: Learning through the Interaction of Multiple Knowledge Systems. In S. Bjørnstad, R. Moe, A. Mørch, A. Opdahl (Eds.) *Proceedings of the 24th IRIS Conference* (pp. 1-14). August 2001, Ulvik, Department of Information Science, Bergen, Norway.
- Fischer, G. (2011). Social Creativity: Exploiting the Power of Cultures of Participation, *Proceedings of SKG2011. 7th International Conference on Semantics, Knowledge and Grids* (pp. 1-8). Beijing, China.
- García, F.J. et al. (2011). Aprendizaje en ciencias y matemáticas basado en la investigación, para la formación del profesorado europeo: proyecto PRIMAS. En M.M. Moreno, N. Climent (Eds.), *Investigación en Educación Matemática. Comunicaciones de los Grupos de Investigación de la SEIEM* (pp. 321-319). Lleida.
- Guzmán, M. de (1995). *Para pensar mejor. Desarrollo de la creatividad a través de los procesos matemáticos*. Pirámide, Madrid.
- Hadamard J. (1945). *An essay on the psychology of invention in the mathematical field*. Princeton, NJ: Princeton University Press
- Haylock, D. W. (1987). A framework for assessing mathematical creativity in school children. *Educational Studies in Mathematics*, 18(1), 59-71.

- Kaufman, J. C. & Beghetto, R. A. (2008). Exploring “mini-c:” Creativity across cultures. In R. L. DeHaan & K. M. Narayan (Eds.), *Education for Innovation in India, China and America*. The Netherlands: Sense Publishers
- Leiken, R., Subotnik, R., Pitta-Pantazi, D., Singer, F.M., Pelczer, I. (2013). Teachers’ views on creativity in mathematics education: an international survey. *ZDM Mathematics Education* 45:309–324.
- Lev-Zamir H. & Leikin R. (2011). Creative mathematics teaching in the eye of the beholder: Focusing on teachers' conceptions. *Research in Mathematics Education*, 13, 17-32.
- Lev-Zamir, H.; Leikin, R. (2013) Saying versus doing: teachers’ conceptions of creativity in elementary mathematics teaching. *ZDM Mathematics Education*, 45, 295-308.
- Liljedahl, P. (2013). Illumination: An Affective Experience? *The International Journal on Mathematics Education*, 45(2), 253-265.
- Liljedahl, P. & Sriraman, B. (2006). Musing on mathematical creativity. *For the learning of mathematics*, 26(1), 20-23.
- Mann, E. (2006). Creativity: The essence of mathematics. *Journal for the Education of the Gifted*, 30, 236–230.
- Silver, E. A. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *ZDM Mathematics Education*, 3, 75-80.
- Sriraman, B. (2009). The characteristics of mathematical creativity. *ZDM Mathematics Education*, 41, 13-27.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: learning, meaning, and identity*. Cambridge University Press.

¹ Este trabajo se ha realizado al amparo del proyecto MCSquared (<http://mc2-project.eu>) financiado por la Comisión Europea bajo en programa FP7 (Project no. 610467), Strategic Objective ICT-2013.8.1 “Technologies and scientific foundations in the field of creativity” y en el marco del proyecto I+D+i: EDU2012-32644 del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España.

² La versión completa del cuestionario puede solicitarse a la primera autora del trabajo (Autora 1). Esta primera fase ha servido para contrastar esta herramienta y mejorarla. Actualmente se esta extendiendo su estudio a una muestra más amplia de participantes.