

Contribución del EOS en la construcción de una herramienta de evaluación del pensamiento matemático creativo

EOS contribution in building a tool to assess creative mathematical thinking

Gemma Sala, Vicenç Font, Berta Barquero y Joaquim Giménez

Universitat de Barcelona

Resumen

Este trabajo se centra en la caracterización del pensamiento matemático creativo y el proceso de construcción de una herramienta que nos permita su evaluación. En base a la idea de que el proceso creativo, aunque es un proceso complejo, se puede considerar como un emergente de otros procesos más simples, se construye una herramienta que permite evaluar en qué grado emergen estos procesos más simples y, por lo tanto, permitirá evaluar el desarrollo del pensamiento matemático creativo. Se describe cómo se ha conseguido esta herramienta a partir de las reflexiones basadas en el enfoque ontosemiótico y del trabajo realizado en el marco de varios proyectos. Se explica un ejemplo del uso de esta herramienta en la evaluación del potencial de desarrollo del pensamiento matemático creativo de una unidad didáctica diseñada con esta finalidad.

Palabras clave: pensamiento matemático creativo, tareas, herramienta de evaluación.

Abstract

This paper focuses on the characterisation of creative mathematical thinking and on the process of building a tool to allow its assessment. The creative process is complex, and could be considered as an emergent from other simpler processes. Based on this idea the researchers built a tool for assessing the degree of emergence of these simpler processes and, therefore, to assess the creative mathematical thinking development. The paper describes the process by which the tool was created: the onto-semiotic approach reflections and the work carried out in the framework of several projects. We explain an example of using this tool for assessing the potential to develop the creative mathematical thinking of a given teaching unit, designed with this purpose.

Keywords: creative mathematical thinking, tasks, evaluation tool.

1. Introducción

Este trabajo se centra en la caracterización del pensamiento matemático creativo (de aquí en adelante, PMC) y la construcción de una herramienta que permita su evaluación.

La creatividad matemática es un concepto complejo y polisémico que ha sido el centro de muchas investigaciones, enfocadas desde diversos puntos de vista, existiendo propuestas diversas de caracterizaciones, tanto de la creatividad, de la creatividad en matemáticas, como del PMC. Nos referimos a ellas tan solo como muestra de la dificultad en definir y describir estos términos. No obstante, tanto la comunidad matemática como la comunidad de investigadores e investigadoras muestran su acuerdo en el papel esencial que tiene el pensamiento creativo en el trabajo matemático.

En este sentido, el proyecto internacional Mathematical Creativity Squared (en adelante MC2) realizó un estudio cuyo objetivo principal era promover el PMC entre los escolares, diseñando y desarrollando un entorno computacional inteligente con la

participación de ciertas industrias creativas involucradas en la producción de contenidos multimedia con fines educativos para impulsar formas colectivas de pensamiento creativo y trabajar para un co-diseño de medios digitales apropiados. Dicho proyecto tiene continuación actualmente con los proyectos EDU2015-64646-P (MINECO/FEDER, UE) del Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España y REDICE16-1520 (ICE-UB).

Para impulsar el desarrollo del PMC se tuvo que diseñar tareas que permitieran obtener evidencias del desarrollo de PMC, y se construyó una herramienta que permitiera evaluar el grado de desarrollo del mismo. Estas tareas fueron diseñadas por las denominadas Comunidades de Interés (en adelante, CdI) (Fisher, 2001) mediante un proceso colaborativo, considerando elementos teóricos de la Teoría Antropológica de lo Didáctico, como los momentos didácticos, y algunas propuestas de diseño de actividades matemáticas (Bosh y Gascón, 2014) y del enfoque ontosemiótico, como los criterios de idoneidad didáctica (Breda, Font y Lima, 2015) y tomaron forma de unidades didácticas (llamadas c-unidades, “c” de creatividad), reunidas en c-libros.

La herramienta desarrollada para la evaluación del PMC se basó en la reflexión realizada en el marco del enfoque ontosemiótico (en adelante, EOS) en relación a los procesos (Rubio, 2012; Font y Rubio, 2016).

En el apartado siguiente se realiza un breve resumen de los aspectos de las reflexiones basadas en el EOS con relación a los procesos que influenciaron más directamente el debate y reflexión realizado en el marco del proyecto MC2 (y de los otros proyectos que son su continuación) respecto al pensamiento matemático creativo. En el apartado 3 se realiza un resumen referido a las ideas adoptadas del EOS que contribuyeron a la construcción de una herramienta para evaluar el citado pensamiento matemático creativo. En el cuarto apartado se describen los principales aspectos metodológicos seguidos en el trabajo de investigación que dieron como uno de los resultados principales la herramienta de evaluación sintetizada de las aportaciones del EOS. En el apartado 5 se describe, como ejemplo del uso de esta herramienta, el proceso y resultado de la evaluación de una c-unidad del último ciclo de diseño del MC2. Finalmente, el apartado 6, se dedica a algunos comentarios y conclusiones sobre los principales resultados de la investigación y su perspectiva.

2. Reflexiones en el marco del EOS en torno a los procesos: un breve resumen

Es sabido que Godino y colaboradores han desarrollado en diversos trabajos el enfoque ontosemiótico del conocimiento e instrucción matemáticos (por ejemplo, Godino y Batanero, 1994; Godino, 2002; Godino, Contreras y Font, 2006; Godino, Batanero y Font, 2007 y 2008; Font, Planas y Godino, 2010; Font, Godino y Gallardo, 2013). Así mismo, la tesis doctoral de Rubio (2012) aborda la problemática del encaje de los “procesos” dentro del marco teórico del EOS, realizando una revisión de diversas investigaciones sobre procesos realizadas en este marco teórico y desarrolla la tipología propuesta por el EOS, estableciendo las categorías siguientes: 1) procesos asociados a las configuraciones y a las facetas duales, 2) otros procesos y 3) megaprosesos.

Rubio (2012) y Font y Rubio (2012) mencionan ciertas características que debe presentar todo proceso matemático: un proceso matemático es aquello que podemos inferir que ha causado una cierta respuesta a una demanda dada, es una secuencia de acciones que es activada o desarrollada para conseguir un objetivo, generalmente una respuesta (salida) ante la propuesta de una tarea (entrada).

Rubio (2012) aporta diversas e importantes consideraciones sobre la investigación sobre procesos realizada en el área de Didáctica de las Matemáticas. También hay que resaltar la revisión de Font (2011) de las comunicaciones y ponencias sobre la temática del desarrollo y evaluación de procesos y competencias en los procesos de instrucción presentadas a los simposios de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM). Este último autor afirma que, aunque no hay una definición de “proceso” asumida mayoritariamente y que los procesos particulares suelen ser denominados con términos diversos, sí que hay coincidencia en que los procesos se pueden descomponer en otros procesos, o subprocesos. En este sentido y en relación a la caracterización de un proceso mediante su descomposición en otros procesos, se considera conveniente, de acuerdo con el EOS, pensar en procesos más complejos (megaprocesos) y en procesos más simples.

En el EOS no se intenta dar, de entrada, una definición de “proceso” ya que, como se ha comentado anteriormente, hay muchas clases diferentes de procesos: se puede hablar de proceso como secuencia de prácticas, se puede hablar de procesos cognitivos, de procesos metacognitivos, de procesos de instrucción, de procesos de cambio, de procesos sociales, etc. Por lo tanto, en lugar de dar una definición, se opta por seleccionar una lista de los procesos (los 16 procesos de la figura 1) que se consideran importantes en la actividad matemática, sin pretender que constituyan una lista exhaustiva de todos los procesos implicados en la actividad matemática, ni tan solo de los más importantes. Entre otros motivos, porque alguno de los procesos más importantes, como por ejemplo, el proceso de modelización, más que procesos, son hiper o mega procesos.

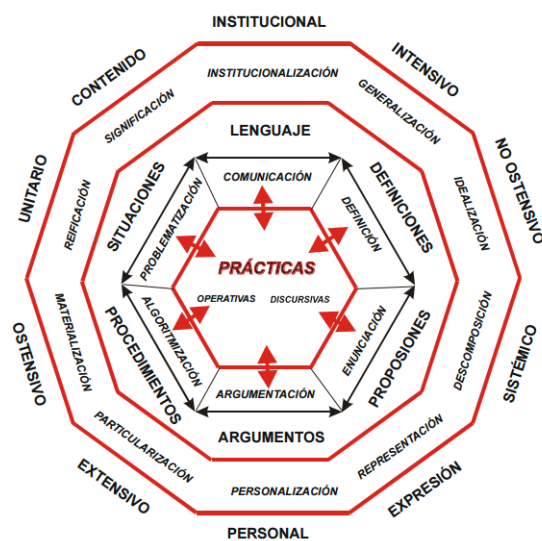


Figura 1. Modelo ontosemiótico de los conocimientos matemáticos

El EOS propone que una de las maneras de estudiar la relación de un proceso concreto, que nos interesa estudiar, con los procesos de la lista de los 16 procesos mencionada es, en primer lugar, situar el proceso en cuestión en el centro del hexágono para relacionarlo con los procesos derivados de los objetos primarios y, a continuación, colocarlo en el centro del decágono y analizarlo utilizando las diferentes miradas que posibilitan las facetas duales (institucionalización / personalización; generalización / particularización; descomposición / reificación; materialización / idealización; representación / significación).

Metafóricamente, se puede afirmar que la metodología para investigar procesos que propone el EOS es la de la “base de un espacio vectorial” (Malaspina y Font, 2010). Es decir, se puede considerar que el proceso que se quiere estudiar se puede entender como una combinación lineal de vectores de la base (los 16 procesos de la figura 1).

3. Reflexiones en torno al proceso de pensamiento matemático creativo

En el contexto del MC2 y de los proyectos que le dan continuación, para investigar sobre el desarrollo del PMC, se construyó una herramienta, basada en la manera de entender los procesos que nos ofrece el EOS, que fue utilizada en la evaluación del potencial de las c-unidades diseñadas para desarrollar el PMC.

Como resultado de una revisión de la literatura al respecto (por ejemplo, Guilford, 1950, 1967a, 1967b; Hayes, 1989), se consideró que el PMC es aquel en el cual se producen procesos creativos y que una primera manera de caracterizarlo, es descomponerlo en fases, que se pueden considerar subprocesos. Así pues, al concluir que la forma de conceptualizar el proceso creativo en matemáticas consiste en descomponerlo en otros procesos, se consideró, conjuntamente con el equipo de MC2, que la mejor forma de profundizar en su investigación era adoptar la metodología propuesta por el EOS, mencionada en el apartado anterior, pero con una variante importante. En lugar de partir de una “base” de procesos *a priori* definida por el marco teórico, se partiría de la “base” resultante de la lluvia de ideas producida por los participantes del proyecto *A Computational Environment to Stimulate and Enhance Creative Designs for Mathematical Creativity* (MC2) al explicar, cada uno de sus miembros, qué entendía por “proceso creativo”. En primer lugar, se consiguió un consenso en el equipo de investigación de la Universidad de Barcelona y, posteriormente, un consenso entre los diferentes equipos internacionales participantes en el proyecto.

4. Caracterización y evaluación del PMC basada en el EOS. Aspectos metodológicos

En el marco del MC2 las CdI fueron las encargadas de trabajar conjuntamente con el objetivo compartido de diseñar recursos, en forma de c-libros, con propuestas didácticas innovadoras con el objetivo de promover la indagación y la creatividad matemática. Estas comunidades de profesionales estaban formadas por 5 ò 6 miembros, que incluían diferentes perfiles profesionales como editores, investigadores, educadores escolares, expertos en tecnología digital, etc., de cuatro países diferentes (una de ellas estaba ubicada en la Universidad de Barcelona).

En este contexto el análisis del proceso creativo se abordó desde dos niveles, diferentes pero totalmente complementarios. El primer nivel de análisis se centró, como se ha mencionado en el apartado anterior, en identificar las concepciones sobre PMC de los miembros de cada CdI independientemente y en identificar de qué manera estas concepciones impactaron en la consideración y definición de criterios de diseño de las c-unidades.

Concretamente, durante el primer ciclo del proyecto, en la CdI española se abordaron las tareas relativas a este primer nivel de análisis a partir de la elaboración de una encuesta y un guión de entrevistas que recogía una gran variedad de interpretaciones descritas en la literatura sobre creatividad matemática y sobre la promoción del PMC (su descripción y resultados obtenidos se pueden consultar en Barquero, Ritcher, Font y Barajas, 2014). Los datos obtenidos se confrontaron con los criterios de diseño y

evaluación que se habían tomado en consideración en las c-unidades que se habían diseñado en este primer ciclo del proyecto.

Posteriormente, ya en el segundo ciclo del proyecto, después de analizar las características y criterios de diseño comunes entre las producciones de c-unidades y las evaluaciones de las 4 CdI, surgió la necesidad de establecer criterios y herramientas más explícitas de evaluación del potencial de PMC que permitieran de algún modo medirlo. Así pues, se analizaron de qué forma todos los criterios de diseño (explicitados por los diseñadores de cada c-unidad) habían sido integrados en las c-unidades, así como, las herramientas provisionales de evaluación. Con ello, se pusieron de manifiesto los siguientes aspectos:

- a) Cuando los miembros de las CdI se proponen explicitar los criterios de diseño y evaluación no se refieren directamente al concepto de PMC, sino que recurren a la descomposición del mismo en diferentes dimensiones, o procesos, de la actividad matemática cuya integración, a través del diseño de tareas, piensan que ayudaría a promover el PMC.
- b) Hay la suposición compartida que “el pensamiento matemático creativo emergerá de la interacción y la integración” de estas distintas dimensiones o procesos.

Partiendo de este primer análisis se propusieron las primeras herramientas de evaluación acordadas por toda la CdI local y particularizadas para cada c-unidad. La figura 2 muestra una representación de la evaluación obtenida de una c-unidad diseñada en este segundo ciclo del proyecto. En ella, se puede observar un polígono de 8 vértices que representan las 8 dimensiones en que se puede descomponer el PMC, según el acuerdo de la CdI local. Los vértices del polígono sombreado se obtienen a partir de la puntuación mediana de cada dimensión (la puntuación mínima corresponde al centro del polígono y la máxima a cada uno de los vértices del polígono gris). La proporción del polígono interior en relación con el exterior da una primera descripción gráfica-numérica del potencial de la c-unidad para desarrollar el PMC. Cada arista interior indica en qué medida cada dimensión ha estado integrada en el diseño final. La puntuación mediana se obtiene de las valoraciones de miembros de la CdI local (normalmente, ajenos al diseño de la c-unidad que valoran) dadas a cada dimensión mediante un cuestionario.

Posteriormente, cuando se abordó el siguiente ciclo del proyecto, donde se tenían que realizar rediseños cruzados (por pares de CdI) de c-unidades creadas originalmente por una CdI de otro país, surgió la necesidad de unificar las herramientas de evaluación (desarrolladas independientemente por cada una de las CdI) para poder llevar a cabo tanto una evaluación del PMC previa al rediseño como una post-evaluación que fueran coherentes con las evaluaciones realizadas en origen. Este segundo nivel de análisis condujo a buscar una herramienta común de evaluación del potencial de PMC que, en un principio, tomó forma de cuestionario que combinaba los criterios de evaluación propuestos por los 4 equipos investigadores de las CdI, en relación a las dimensiones y subprocesos en que se consideró que el PMC podía descomponerse, siguiendo las reflexiones basadas en el EOS.

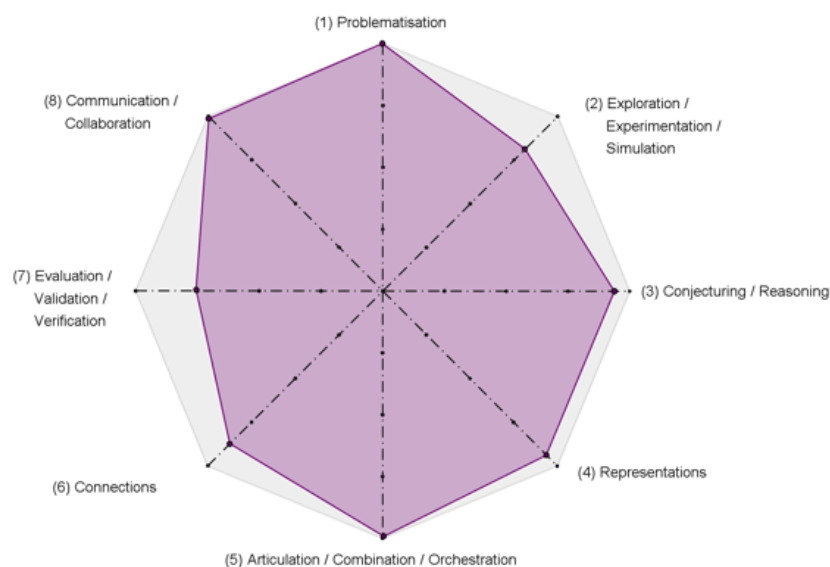


Figura 2. Representación de las dimensiones seleccionadas para la evaluación del potencial de PMC de una c-unidad y su resultado gráfico-cuantitativo.

Este cuestionario se utiliza para valorar de forma cuantitativa (y cualitativa, ya que permite realizar comentarios justificativos) en qué grado se encuentra integrada en la c-unidad que se está evaluando cada una de las dimensiones del PMC. La media de las valoraciones de cada dimensión configurarían el polígono, o representación gráfico-numérica, de la evaluación de la c-unidad. No obstante, para la creación de este cuestionario se realizó un trabajo de consenso entre las 4 CdI de las dimensiones en que el proceso de PMC puede ser descompuesto. Como consecuencia, por un lado, el polígono (figura 3) quedó reducido a 5 vértices o dimensiones procesuales (las de consenso) pero, por otra parte, el cuestionario permitía valorar ciertos aspectos sociales y emocionales que, aunque no formaran parte estrictamente de esta base de subprocesos, se consideró que tenían un papel importante en la promoción del PMC.

Las dimensiones de esta herramienta de evaluación consensuada y utilizada por todas las CdI para la valoración del potencial de desarrollo del PMC de las c-unidades son, finalmente, las siguientes: 1) Apertura (grado de apertura de los problemas propuestos y herramientas prevista), Versatilidad (capacidad de adaptación de la c-unidad a diferentes grupos) y Generalización; 2) Problematización; 3) Conexiones; 4) Conjeturación y exploración; 5) Validación y evaluación.

El cuestionario consta de una serie de afirmaciones (ítems) que caracterizan cada dimensión. Para valorar cada uno de los ítems los evaluadores deben utilizar una escala entre el 1 (integración más débil de la dimensión en la c-unidad) y el 4 (integración fuerte), dependiendo su grado de acuerdo sobre la afirmación que indica la integración de la dimensión en la c-unidad.

5. Un ejemplo del uso de la herramienta de evaluación: Resultados de la evaluación de la c-unidad “¿Qué esconden estas ruinas?”

La herramienta construida se utilizó para evaluar diversas c-unidades, entre ellas la que aquí servirá para ejemplificar su aplicación. Se trata de una c-unidad innovadora, basada

en el aprendizaje por indagación, para estudiantes de 2º o 3º de ESO, que plantea una investigación en una situación problemática donde la modelización geométrica tiene un papel esencial para poder dar respuesta a las cuestiones que se van sucediendo. El uso de soporte digital es indispensable, por un lado, para buscar información y validar estimaciones e hipótesis y, por otro lado, la aplicación de Geogebra facilita a los estudiantes trabajar con formas y las estructuras de las construcciones, localizándolas en mapas reales. Las actividades de esta c-unidad, inspiradas en una investigación real llevada a cabo por del Museo de Badalona (Barcelona), siguen una narración que trata de mantener la motivación de los estudiantes durante el progreso de su investigación sobre la principal pregunta sugerida: *¿A qué tipo de edificio público romano podría haber pertenecido el muro curvilíneo encontrado en la excavación arqueológica?* La descripción detallada se puede encontrar en Sala (2016).

Un subgrupo de 6 miembros de la CdI española, de distintos perfiles profesionales, fueron los diseñadores de esta c-unidad que fue organizada en cuatro fases. En este subequipo de diseñadores, había distintos roles asignados, por ejemplo, había una persona como principal diseñadora que recogía todas las ideas y las concretaba en el diseño de la c-unidad; un moderador, miembro también del equipo de investigación, que coordinaba todas las etapas de proceso de diseño y también de evaluación, etc.

Un equipo de 3 revisores de la CdI, que no habían formado parte del equipo de diseñadores, se encargó de la evaluación del potencial del PMC de la c-unidad. La evaluación fue organizada en 3 pasos. En primer lugar, se pidió a cada uno de los miembros evaluadores que realizara las tareas propuestas en la c-unidad y se les mandó entonces el cuestionario de evaluación, mencionado en el apartado anterior. En segundo lugar, cada revisor realizó la evaluación individualmente (de esta manera, sus opiniones no se vieron influenciadas por los otros evaluadores) y, posteriormente, la envió al moderador (que era un miembro del equipo interno de investigación). Finalmente, se pidió a los revisores que se reunieran con el moderador para presentar sus resultados y discutir si creían necesario añadir más ítems o categorías para la evaluación, de esta manera todos los miembros podrían calificar también estos nuevos ítems. A partir de aquí, el moderador calculó los estadísticos descriptivos obtenidos de las diferentes evaluaciones de cada una de las dimensiones o categorías representadas en la tabla 1.

Tabla 1. Valoración de las dimensiones del PMC en la evaluación de la c-unidad

	Media	Mdn	IQR	Min	Max
Categoría 1	3,69	4	1	2	4
Categoría 2	3,54	4	1	3	4
Categoría 3	3,21	3	1	1	4
Categoría 4	3,83	4	0	3	4
Categoría 5	3,83	4	0	2	4

Como resultado de su evaluación se observa, en primer lugar, que los miembros de la CdI piensan que *Conjeturar* y *Explorar* (Categoría 4) y *Validar* y *Evaluar* (Categoría 5) son las características más potentes de la unidad (Media=3,83, Mdn=4), con opiniones muy homogéneas sobre ello (IQR=0). En sus comentarios, aspectos cualitativos que el cuestionario permite valorar, los revisores se focalizan en el enfoque de indagación de la c-unidad. Por ejemplo, respecto a la Categoría 4 el revisor 1 comenta: *“Cuando las hipótesis se han validado se añaden nuevas preguntas abiertas y los estudiantes deben sacar conclusiones sobre su trabajo”*. Y el revisor 2: *“Uno de los puntos más fuertes de la unidad es que está basada en la indagación, explorando diferentes posibilidades y*

comprobando sus conjeturas". Sobre las categorías de *Apertura, Versatilidad y Generalización* (Categoría 1) y *Problematización* (Categoría 2) han sido también altamente calificadas (Media= 3,69 and 3,54 respectivamente; Mdn=4), pero un poco más heterogénea (IQR=1). Según sus opiniones, los evaluadores aprecian especialmente que el la c-unidad empiece con una pregunta genuinamente abierta y que los estudiantes tengan muchas posibilidades a considerar para poder responder. *Conexiones* (Categoría 3) es la categoría calificada con menos puntuación (Media= 3,21; Mdn= 3) porque los revisores piensan que el c-libro está basado principalmente en geometría y se considera que las conexiones entre diferentes aspectos matemáticos podría mejorarse. No obstante, remarcan el gran potencial de la unidad para conectar diferentes disciplinas.

Según el análisis del potencial de PMC realizado por los evaluadores, en general, todas las categorías están integradas de forma homogénea en el diseño definitivo de la c-unidad de forma similar, como se puede apreciar en la representación de la figura 3. De forma similar a la figura 2, la proporción rellena por el pentágono interior del pentágono exterior regular da una idea del potencial del PMC de la c-unidad. Cada vértice, de nuevo, representa la media de cada categoría (en una escala de 0 a 4).

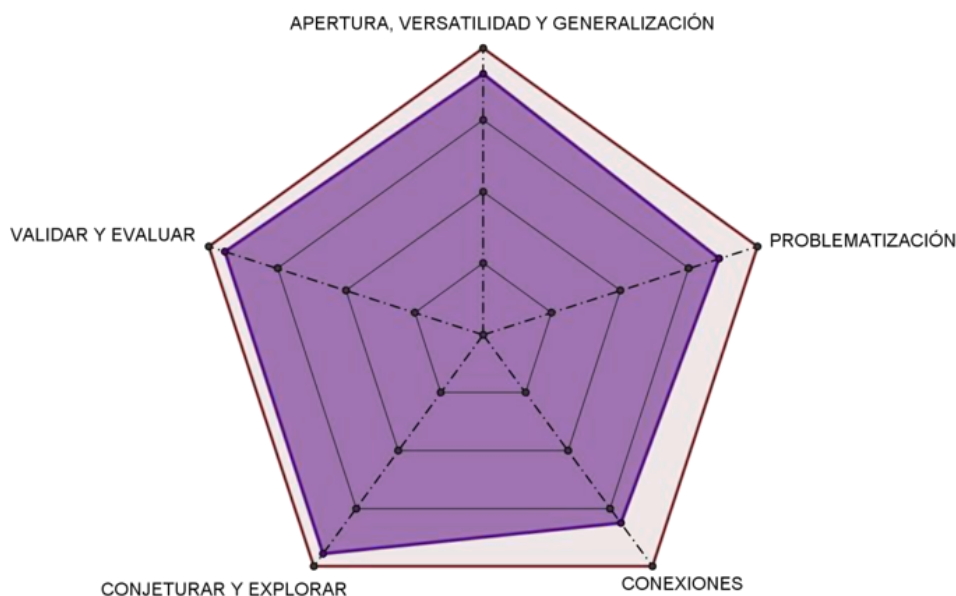


Figura 3. Dimensiones con las medias correspondientes a la evaluación del PMC

Respecto a los *Aspectos Sociales y Emocionales*, podemos fijarnos en la tabla 2, donde se resumen las conclusiones a través de los mismos estadísticos calculados para las anteriores categorías.

Tabla 2. Valoración de los aspectos sociales y emocionales en la evaluación del PMC

	Media	Mdn	IQR	Min	Max
Aspectos Sociales	3.75	4	1	3	4
Aspectos Emocionales	3.89	4	0	3	4

Por lo que se refiere a los *Aspectos Sociales*, los evaluadores están ampliamente de acuerdo en su integración en la c-unidad, con una cierta variabilidad de sus valoraciones (Media=3,75, Mdn=4, IQR=1). Aprecian que la c-unidad ofrezca oportunidades para colaborar con otros estudiantes para formular las hipótesis y buscar y contrastar soluciones. Además, subrayan que la c-unidad estimula las habilidades comunicativas,

pues en muchas ocasiones tienen que explicar con sus palabras sus ideas y argumentar sus respuestas. Por otro lado, los evaluadores están totalmente de acuerdo en la integración de *Aspectos Emocionales* en esta c-unidad (Media=3,89; Mdn=4) con opiniones muy homogéneas (IQR=0). Por ejemplo, los revisores mencionan el diseño atractivo de la c-unidad: “*Contiene una narrativa interesante, una serie de cuestiones muy bien articuladas y detalladas fotos que promueven que los estudiantes se involucren*”.

6. Algunos resultados y perspectivas

Uno de los principales resultados de la investigación que se ha presentado en este trabajo es, sin duda, el diseño del cuestionario de evaluación del PMC y su sistema de representación gráfica-numérica que permite realizar una valoración, tanto cuantitativa como cualitativamente, del potencial de desarrollo de este proceso de una secuencia didáctica. Es una valoración completa ya que contempla la evaluación de cinco de las dimensiones procesuales o subprocesos en que se puede descomponer el proceso de pensamiento matemático creativo, además de algunos de los aspectos sociales y emocionales que también influyen en su desarrollo.

Las dimensiones (y los ítems que las describen) de este cuestionario, que se constituye como una verdadera herramienta de evaluación del PMC, se han podido sintetizar gracias a las ideas aportadas por el EOS sobre procesos matemáticos. Estas reflexiones, adaptadas a los procesos de pensamiento matemático creativo, permitieron entender éste como una combinación lineal de subprocesos, lo cual permitió la creación, de manera progresiva, de una herramienta funcional de evaluación.

Queda pendiente un trabajo muy importante de comparar y contrastar la evaluación que se ha realizado del potencial de las c-unidades con la evaluación del desarrollo del PMC que puedan mostrar los estudiantes participantes en la implementación de estas c-unidades en el aula. Con ello, se podrá valorar, y en su caso mejorar, la eficacia de esta herramienta para la evaluación con alumnado.

Reconocimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto MCSquared (<http://mc2-project.eu>) financiado por la Comisión Europea bajo el programa FP7 (Project no. 610467), Strategic Objective ICT-2013.8.1 “Technologies and scientific foundations in the field of creativity” y, seguido posteriormente, en el proyecto I+D+i: EDU2015-64646-P (MINECO/FEDER, UE) del Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España y REDICE16-1520 (ICE-UB).

Referencias

- 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.
- Bosch, M., y Gascón, J. (2014). Introduction to the Anthropological Theory of the Didactic (ATD). En A. Bikner-Ahsbals, y S. Prediger (Eds.), *Networking of Theories as a Research Practice in Mathematics Education* (pp. 67-83). Cham: Springer.

- 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 (2), 1-41.
- Fischer, G. (2001). Communities of interest: Learning through the interaction of multiple knowledge systems. En S. Bjornestad, R. Moe, A. Morch, A. Opdahl (Eds.), *Proceedings of the 24th IRIS Conference* (pp. 1-14). Ulvik, Department of Information Science, Bergen, Norway.
- Font, V. (2011). Investigación en didáctica de las matemáticas en la Educación Secundaria Obligatoria. En M. Marín Rodríguez, G. García, L. Blanco, y M. Medina (Eds.) *Investigación en Educación Matemática XV* (pp.165-194). Ciudad Real: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática y Servicio de Publicaciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- Font, V., Godino, J. D. y Gallardo, J. (2013). The emergence of objects from mathematical practices. *Educational Studies in Mathematics*, 82, 97-124.
- Font, V., Planas, N., y Godino, J. D. (2010). Modelo para el análisis didáctico en educación matemática. *Infancia y Aprendizaje*, 33(1), 89-105.
- Font, V. y Rubio, N. (2016). Procesos en matemáticas. Una perspectiva ontosemiótica. *La Matematica e la sua didattica*, 24(1-2), 97-123.
- Godino, J. D. (2002). Un enfoque ontológico y semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactiques des Mathematiques*, 22(2/3), 237-284.
- Godino, J. D. y Batanero, C. (1994). Significado institucional y personal de los objetos matemáticos. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 14 (3), 325-355.
- Godino, J. Batanero, C., y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, 39(1-2), 127-135.
- Godino, J. D., Batanero, C., y Font, V. (2008). Un enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática. *Acta Scientiae. Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 10, 7-37.
- Godino, J. D., Contreras, A. y Font, V. (2006). Análisis de procesos de instrucción basado en el enfoque ontológico-semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactiques des Mathematiques*, 26(1), 39-88.
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5, 444-454.
- Guilford, J. P. (1967a). *The nature of human intelligence*. Nueva York: McGraw-Hill
- Guilford, J. P. (1967b). Creativity: Yesterday, today, and tomorrow. *Journal of Creative Behavior*, 1, 3-14.
- Hayes, J. R. (1989). Cognitive processes in creativity. En J. A. Glover, R. R. Ronning y C. R. Reynolds (Eds.), *Handbook of creativity* (pp. 135-145). New York: Plenum Press.
- Malaspina, U. y Font, V. (2010). The role of intuition in the solving of optimization problems. *Educational Studies in Mathematics*, 75(1), 107-130.
- Rubio, N. (2012). *Competencia del profesorado en el análisis didáctico de prácticas, objetos y procesos matemático*. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona.
- Sala, G. (2016). *Competència d'indagació matemàtica en contextos històrics a Primària i Secundària*. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona. Disponible en, <http://www.tdx.cat/handle/10803/388035>