

Journal of Research in Mathematics Education
Volume 13, Issue 1, 22th February, 2024, Pages 38 – 58
© The Author(s) 2024
<http://dx.doi.org/10.17583/redimat.14095>

Assessing Preservice Teachers' Digital Creativity in Mathematics

Silvia Carvajal¹, Joaquín Giménez¹, Vicenç Font¹ & Alicia Sánchez¹

1) *University of Barcelona, Spain*

Abstract

In this research, we study and characterize digital creativity as part of the development of digital competence in the initial training of secondary school teachers. The aim of this research is to assess preservice teachers' digital creativity, identifying several levels of achievement. A rubric is presented as a result of theoretical studies, and with this rubric we analyze the levels achieved by a group of preservice teachers of the Master's program in Teacher Training of Mathematics in Spain. In particular, we analyze 40 master's final projects where participants reflect on their own teaching practice. Based on this analysis, we present evidence of four levels of development considering each of the dimensions proposed in the tool. Most of the participants achieved the second or third level and we find difficulties in reaching the highest level. We recognize that one of the variables that influence this is the little time devoted to the evaluation of one's own experience in the Practicum and we describe other possible causes.

Keywords

Digital competence, initial teacher training, digital creativity, ontosemiotic approach.

To cite this article: Carvajal, S., Giménez, J., Font, V., & Sánchez, A. (2024). Assessing Preservice Teachers' Digital Creativity in Mathematics. *Journal of Research in Mathematics Education*, 13(1), pp. 38-58 <http://dx.doi.org/10.17583/redimat.14095>

Corresponding author(s): Alicia Sánchez

Contact address: asanchezb@ub.edu

Journal of Research in Mathematics Education
Volumen 13, Número 1, 22 de febrero de 2024, Páginas 38 – 58
© Autor(s) 2024
<http://dx.doi.org/10.17583/redimat.14095>

Evaluando Creatividad Digital en Matemáticas de Futuros Docentes

Silvia Carvajal¹, Joaquín Giménez¹, Vicenç Font¹ y Alicia Sánchez¹

1) *Universidad de Barcelona*, España

Resumen

En esta investigación se estudia y caracteriza la idea de creatividad digital como parte del desarrollo de la competencia digital en la formación inicial de docentes de Secundaria. El objetivo de la investigación es evaluar la creatividad digital de futuros profesores, distinguiendo diversos niveles de logro. Para ello, se presenta una rúbrica como resultado de estudios teóricos y con ella se analizan los niveles conseguidos por un grupo de estudiantes de un máster de formación de profesorado de matemáticas en España. Concretamente, se analizan 40 trabajos finales de máster donde los participantes reflexionan sobre su propia práctica docente. A partir del análisis, se presentan evidencias de cuatro niveles de desarrollo considerando cada una de las dimensiones que conforman la rúbrica. La mayoría de participantes se sitúan entre el segundo y tercer nivel de logro y encontramos dificultades para alcanzar el nivel más alto. Reconocemos que una de las variables que influyen en ello es el poco tiempo dedicado a la valoración de la propia experiencia en el *Practicum* y se describen otros motivos posibles.

Palabras clave

Competencia digital, formación inicial de profesores, creatividad digital, enfoque ontosemiótico.

Cómo citar este artículo: Carvajal, S., Giménez, J., Font, V. y Sánchez, A. (2024). Evaluando Creatividad Digital en Matemáticas de Futuros Docentes. *Journal of Research in Mathematics*, 13(1), pp. 38-58 <http://dx.doi.org/10.17583/redimat.14095>

Correspondencia Autor(es): Alicia Sánchez

Dirección de contacto: asanchezb@ub.edu

Investigaciones recientes ponen de relevancia la importancia del análisis de competencias profesionales, y entre ellas, la competencia digital en futuros docentes (Falloon, 2020). La competencia digital es una cuestión de interés social que preocupa a gobiernos, a empleados, a padres y a madres, y a la sociedad en su conjunto, debido fundamentalmente a las transformaciones sociales y económicas que se están desarrollando en el siglo XXI (European Commission, 2019), que imponen criterios y orientan las demandas para el sistema educativo. En la ley española de educación (LOMLOE, 2020) se resalta la importancia del uso creativo y crítico de las tecnologías de la información y la comunicación en el contexto escolar. Diversos estudios muestran el potencial de las tecnologías en la transformación de dinámicas de trabajo de docentes y estudiantes en las escuelas y por ende, su impacto en el cambio de los procesos de enseñanza y aprendizaje respecto a una generación anterior que no tuvo acceso a ellas (Aldon, 2010). Por ello, consideramos que reconocer este potencial y sus limitaciones debe ser un objetivo de formación constante.

Los futuros docentes en la segunda década del siglo XXI, a pesar de ser usuarios de las tecnologías digitales, las relacionaban básicamente a la integración informativa de las personas en las redes sociales (Lei, 2009), mientras que deberían servir para enriquecer el diseño de tareas, con sus nuevos desafíos competenciales (Polo, 2017).

La creatividad (Kampylis y Valtanen, 2010), y en particular la creatividad matemática, se considera un concepto complejo y polisémico, por lo que su evaluación no es sencilla. A nivel escolar, Liljedahl y Sriraman (2006) definen la creatividad matemática como el “proceso que resulta en soluciones inusuales (novedosas) y/o esclarecedoras para un problema dado u otro análogo, y/o la formulación de nuevas preguntas y/o posibilidades que permiten considerar un antiguo problema desde un ángulo nuevo” (p. 19). Autores como Chamberlin y Moon (2005), Leikin (2009), o Mallart y Deulofeu (2017) han estudiado la noción de creatividad vinculada a la resolución de problemas que admiten diferentes métodos de resolución o que tienen múltiples soluciones. En el contexto de la formación de profesores, Sequera (2007) analiza tareas profesionales en las que se fomenta la originalidad, flexibilidad, fluidez y elaboración de ideas matemáticas. Estos indicadores (Torrance, 1974) se han utilizado habitualmente en investigaciones para evaluar la creatividad y desarrollar otras herramientas teóricas. Por ejemplo, Lev-Zamir y Leikin (2013) los incluyen en su modelo de las concepciones de los profesores de la creatividad en la enseñanza de las matemáticas. Seckel et al. (2019) muestran que los profesores en ejercicio tienen una visión dual respecto a la creatividad matemática (por una parte, es innata y, por otra parte, puede ser enseñada) y que los criterios asumidos por ellos cuando argumentan sobre el desarrollo de la creatividad en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas son de tipo epistémico, emocionales, mediacionales y ecológicos. Por otra parte, Font et al. (2013) han enfatizado sobre cómo la creatividad pone en juego la emergencia de objetos y procesos matemáticos.

En este artículo relacionamos la noción de pensamiento matemático creativo (Sala et al., 2017) con la idea de evaluación reguladora (Giménez y Vanegas, 2011) en un contexto de formación de docentes, cuando se usan herramientas digitales. Caracterizamos el constructo creatividad digital como parte de las competencias matemática y profesional de los futuros docentes. Además, se presenta una rúbrica que se ha elaborado para evaluar la creatividad digital de futuros docentes de matemáticas cuando reflexionan sobre su propia práctica en sus trabajos finales de máster (TFM). En investigaciones previas (Sánchez et al., 2022), también

se han utilizado los TFM para analizar las reflexiones que hacen los futuros profesores sobre creatividad, en general. El objetivo de esta investigación es evaluar la creatividad digital de estos futuros docentes, distinguiendo diversos niveles de logro. Al mismo tiempo, se muestra cómo utilizar en la práctica la rúbrica diseñada.

Marco Teórico

Drijvers (2015) afirma que el uso de tecnología en el contexto educativo debe integrarse de forma natural. Para este autor, existen tres factores que son decisivos para la integración exitosa de la tecnología en educación matemática: el diseño, el papel del profesor y el contexto educativo. Para ser competentes, los docentes deben saber mirar profesionalmente de manera que identifiquen necesidades de uso de recursos digitales, tomen decisiones informadas sobre las herramientas digitales más apropiadas según el propósito o la necesidad; resuelvan problemas conceptuales a través de medios digitales; usen las tecnologías de forma creativa; resuelvan problemas técnicos; y también actualicen su propia competencia y la de otros. Al profesor de matemáticas se le exige innovación y creatividad. Se supone que debe poder innovar utilizando la tecnología, participar activamente en producciones colaborativas y digitales, expresarse de forma creativa a través de medios digitales y de tecnologías, generar conocimiento y resolver problemas conceptuales con el apoyo de herramientas digitales (Ministerio de Educación y Formación Profesional y Administraciones educativas de las comunidades autónomas, 2022).

Maher y Poon (1996) aluden a la creatividad digital en cuanto a producción de procesos digitales novedosos, sobre todo relacionados con los diseños digitales que se dan de forma intuitiva o que producen soluciones nuevas. Pero en el ámbito educativo, hay un acuerdo generalizado en que la creatividad se asocia a la toma de decisiones ante diversidad de alternativas y no debe asociarse exclusivamente a la producción de software.

Consideramos que el punto de partida para el desarrollo y evaluación de una competencia profesional para profesores de matemáticas debe considerar tareas que producen la percepción de un problema profesional que se quiere resolver (Seckel y Font, 2015). En esta situación, el futuro profesor debe movilizar habilidades, conocimientos y actitudes, para realizar una práctica (o acción) que intente dar solución al problema. Asumimos la enseñanza de la matemática como una práctica y no como clasificación de conocimiento como se reconoce en el marco teórico del TPACK (Mishra y Koehler, 2006). En efecto, en esa perspectiva de caracterización del conocimiento, no se interpretan las relaciones entre la acción y la reflexión, y cómo analizar el pensamiento matemático creativo (Richter et al., 2015).

Estudiamos la competencia digital desde el Enfoque Ontosemiótico (EOS) el cual brinda herramientas para evaluar y desarrollar competencias del profesor (Godino et al., 2017). Asimismo, consideramos un modelo de evaluación de creatividad que surge del análisis empírico de propuestas creativas de actividades escolares con formatos digitales (Papadopoulos et al., 2015).

A partir de las caracterizaciones realizadas en estudios previos (Carvajal, 2018; Carvajal et al., 2017), definimos el constructo creatividad digital matemática en la formación de docentes

como “la habilidad de desarrollar prácticas disciplinares con el potencial de promover pensamiento científico específico (en nuestro caso matemático) creativo mediante un uso adecuado y consciente de herramientas digitales en un proceso de formación escolar”.

Cabe mencionar que desde nuestra perspectiva el constructo *creatividad digital matemática* remarca la importancia del proceso sobre el producto. Es decir, nos interesa que el docente no sólo use la tecnología de forma creativa, sino que la incorpore en sus prácticas para mejorar el desarrollo de la competencia matemática en el alumnado. Por tanto, pretende ser un constructo integrador de lo digital en la competencia disciplinar que realmente potencie el pensamiento matemático creativo (PMC).

Según Sala et al. (2017), el PMC se interpreta como aquel pensamiento que desarrolla procesos creativos y se caracteriza mediante las siguientes dimensiones:

1. Apertura y versatilidad y generalización epistémica, esta dimensión alude al uso de herramientas digitales, para contribuir a dar fluidez en respuestas posibles y abrir perspectivas flexibles en la construcción de significados e ideas matemáticas, y procesos.
2. Problematización, en esta dimensión se da relevancia a la propuesta de problemas matemáticos diferentes a los planteados habitualmente mediante herramientas digitales.
3. Conexionismo, esta dimensión se refiere al uso de herramientas digitales que fomentan conexiones representacionales entre conceptos matemáticos, con otras ciencias y el mundo real.
4. Exploración y conjetura, en esta dimensión las herramientas digitales se usan para reconocer y establecer relaciones entre objetos y procesos matemáticos.
5. Validación y sistematización, esta dimensión alude al uso de herramientas digitales para el control, sistematización y evaluación de las prácticas matemáticas elaboradas.
6. Aspectos emocionales, en esta dimensión se resalta el valor investigativo de la actividad matemática y el placer por conseguir resultados novedosos involucrando herramientas digitales.
7. Lo social, esta dimensión se refiere al valor ético de los procesos comunicativos que involucran herramientas digitales para la construcción del conocimiento compartido.

Metodología

Para responder a nuestro objetivo de investigación se decide realizar una etnografía como estudio de caso en una experiencia concreta. Los estudios de casos, debido a la complejidad y variedad de los procesos y contextos educativos, tienen un valor particular para los investigadores en el ámbito educativo (Stake, 2007), dado que se caracterizan por su orientación hacia la comprensión profunda del *cómo* y *por qué* de una entidad bien definida como una persona, un aula, un curso, una institución o un programa educativo.

Se analizan 40 TFM de estudiantes del Máster Interuniversitario de formación de profesores de Secundaria de Matemáticas de Cataluña. Dichos trabajos se escogen de forma arbitraria del total de TFM realizados en tres años (entre 2016 y 2018). En ellos los futuros docentes

describen la propuesta didáctica que implementan en el aula, el análisis didáctico que realizan de su propia práctica y una propuesta de mejora.

Para evaluar el PMC se consideran las siete dimensiones citadas (Sala et al., 2017) y se asocian a cada una de ellas unos indicadores a priori los cuales surgen del análisis de diferentes referentes teóricos. Así, para la dimensión 1, se considera la flexibilidad, versatilidad, generalización que se desarrolla en la resolución de problemas (Lagrange, 2000) y tratamiento de la complejidad (Artigue, 2009). En la dimensión 2, se alude al contraste y fluidez cognitiva (Bartolini Bussi et al., 2004). En la dimensión 3, se consideran tres tipos de conexiones (Artigue, 2009; Kaput, 2000). En la dimensión 4, se reconoce la reflexión y contraste de hipótesis en el reconocimiento de estructuras (Carvalho, 2012). En la dimensión 5 se considera un único indicador en la perspectiva de la reflexión y del cuestionamiento (Nacarato, 2011). En la dimensión emocional, se considera la conciencia del valor matemático, compromiso identitario y fomento de placer estético, basados en la noción de orientación emocional (Brown y Reid, 2006; De Simone, 2015; Ferrara y De Simone, 2014). Y en cuanto a la dimensión 7, se considera lo comunicativo (Hoyles, 1998), la diversidad (Healy y Powell, 2013) y la co-construcción (Royo et al., 2017).

Análisis a Partir de Ejemplos

A continuación, para mostrar cómo se ha realizado la asignación de evidencias para cada uno de los indicadores, se muestra el análisis realizado en el TFM del futuro profesor llamado A8 mostrando los indicadores evidenciados en la dimensión 1. Cabe mencionar que este futuro profesor diseñó e implementó una unidad didáctica sobre geometría con un grupo de estudiantes de 4º ESO (15-16 años). Así, constatamos que A8 usa medios digitales como el GeoGebra para promover pensamiento abierto y flexible en el desarrollo de traslaciones y simetrías (evidencia de i1).

Realizamos un trabajo en 3 actos. Primeramente les presentamos un vídeo (...) denominado “¿Por qué una hoja de papel es de tamaño DIN A4?” (primer acto). Los alumnos parten de una hoja en blanco del programa interactivo GeoGebra en donde crean una figura plana y la misma figura trasladada (acto 2). Tienen que dibujar una circunferencia a partir de un punto (su centro) y su radio. También tienen que dibujar diferentes puntos que pertenezcan a la circunferencia (...) Así constatan trazos de las formas y su construcción (acto 3).

Así mismo, también crea y usa problemas abiertos fomentando versatilidad.

Se les propone un concurso de fotografía matemática como actividad individual y voluntaria. Se les explica qué es el concurso de fotografía matemática organizado por el ABEAM, se les anima a participar y se les enseña ejemplos de otros años. Las fotografías tienen que tener relación con la unidad didáctica: “Movimientos en el plano”. Cada fotografía tiene que ir acompañada de un título identificativo.

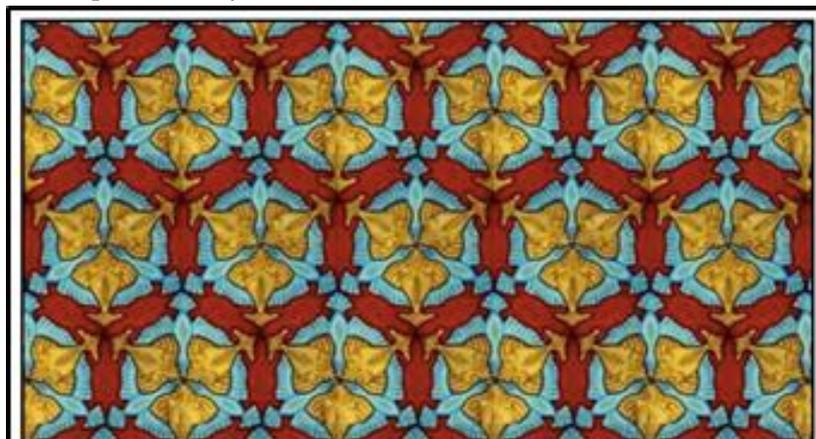
En este caso, podemos decir que A8 modifica, perfecciona y combina los recursos existentes para crear contenido y conocimiento nuevo, original y relevante y establecer rediseños (evidencia de i2).

El futuro docente A8 fomenta la generalización de fenómenos reales usando las matemáticas, proponiendo un camino de lo concreto de la observación con GeoGebra (ver Figura 1) hacia lo general de la noción de movimientos del plano (i3). En efecto,

En la actividad de las teselaciones de Escher cada grupo recibe una teselación diferente en un archivo GeoGebra. Los alumnos tienen que trabajar sobre dicho archivo manipulándolo de forma que respondan a las dudas que se les plantean. (...) Una vez abierto el archivo GeoGebra correspondiente, mueve el deslizador hacia abajo y describe las isometrías o movimientos en el plano que observes: ¿A qué tipo de polígono has llegado? Describe la malla o trama oculta en la que Escher se ayudó para dibujar su grabado.

Figura 1

Teselación de Escher para trabajar con GeoGebra



Muestra el interés por tal que se reconozcan diferentes tipos de isometrías. Ello es un síntoma de querer enfrentar elementos estructurales complejos, aunque no la asociamos a la modelización en sentido estricto (i4). De hecho, tan sólo evidenciamos que se muestra un modelo simple de la noción de isometría, basada en el análisis de propiedades.

Vuelve a la posición inicial (haz clic en actualizar). Ahora mueve el punto verde hacia arriba: Describe los diferentes tipos de isometrías que observas. ¿Encuentras alguna traslación? Escoge alguna y describe cuál es su vector traslación. ¿Y giros? ¿Cuál es el centro y el ángulo de giro? ¿Cuál es su orden de giro?

Asimismo, A8 usa recursos digitales que incluyen construcciones de objetos y procesos (también evidencia de i4).

Los alumnos realizan una actividad de introducción al concepto de vector mediante el programa interactivo GeoGebra. Parten de una hoja en blanco de GeoGebra y dibujan un vector a partir de dos puntos. Posteriormente, responden a diferentes preguntas sobre

las características de sus elementos (...) Con esta actividad adquieren el concepto de vector de forma experimental.

Del mismo modo, se asignan evidencias en las diferentes dimensiones para este futuro docente. Constatamos que no siempre aparecen evidencias de todos los indicadores.

Posteriormente, elaboramos para cada futuro docente una tabla con estos resultados, e inicialmente asociamos para cada indicador tres niveles de desarrollo según sus aportaciones. Así, por ejemplo, consideramos que este futuro docente contribuye en sus propuestas a la formulación y producción de conjeturas de forma consciente, mostrando un buen nivel en ese indicador (111 de la dimensión 4).

En la actividad del vídeo introductorio o de consolidación, las preguntas las resuelven de manera individual, compartiendo las respuestas y ayudándose de otros miembros del grupo para ampliarlas. Con esta actividad se trabaja en todo momento la comunicación, la exploración y la argumentación.

El hecho de que podría haber sido más profundo, y lo podría haber hecho en otras situaciones de su trabajo, nos hace pensar en refinar los niveles de evidencia de dicho indicador situando un nivel más alto, aunque no haya sido logrado por ninguno de los futuros profesores.

El caso del futuro docente A2 sería un ejemplo de desarrollo de conjeturas en menor profundidad. Así, por ejemplo, formula el uso de un applet con producto de fracciones en el que parece potenciar la producción de conjeturas, como se ve a continuación.

A continuación, trabajaremos el producto de fracciones. Escribe en el applet del producto de fracciones, un tercio por seis séptimos. ¿En cuántos rectángulos se ha dividido el cuadrado? ¿Por qué? ¿Cuántos hay pintados? ¿Por qué? ¿Cuál es el resultado de la operación? Los alumnos tienen que validar si el resultado gráfico coincide con el resultado algebraico y plasmar el proceso efectuado respondiendo a las diferentes preguntas del guion.

Así, la asignación de nivel es más baja que en el caso anteriormente citado en el mismo indicador, porque consideramos que no es adecuado hablar de resultados algebraicos y alude a una actividad algorítmica en la que la conjetura no es matemáticamente potente.

En esta mirada global de todos los trabajos analizados, constatamos diferentes niveles de calidad en cada uno de los indicadores de las dimensiones de la creatividad digital. Esto nos permite pensar en caracterizar dichos niveles, a partir de las observaciones realizadas. Como se ha dicho en los ejemplos, se tiene en cuenta no sólo el recurso digital usado sino su potencial creativo a partir de los argumentos empleados.

Una vez caracterizados niveles de calidad diferentes en los distintos indicadores, pasamos a asignar cuantificaciones a cada dimensión para cada sujeto analizado. Con ello, a cada futuro docente se le asigna una matriz de valores, que se recalifica sobre una escala de 0 a 10, para poder comparar los diversos futuros docentes, así como los resultados globales en las siete dimensiones. Estos resultados se representarán en formato radial y permiten distinguir a los futuros docentes en tres niveles que se explican en la sección de resultados. Con estos

resultados, identificamos perfiles de los futuros docentes. Cualitativamente hablando, se asocian dichos perfiles a características de comportamiento.

Resultados

Como resultado del análisis y de las distintas evidencias empíricas encontradas en los 40 TFM, se diseña una rúbrica para evaluar la creatividad digital matemática. Esta rúbrica considera las dimensiones del PMC, los indicadores asociados y distingue cuatro niveles hipotéticos. Estos niveles surgen de las observaciones empíricas realizadas, y permiten refinar la propia caracterización de indicadores que se había elaborado a priori.

A continuación, se muestran en la Tabla 1 los indicadores refinados, así como los niveles hipotéticos correspondientes a las explicaciones surgidas de los TFM analizados.

Tabla 1

Indicadores y niveles de la dimensión apertura, versatilidad y generalización

Indicadores	0	1	2	3
Desarrolla comportamientos que promueven flexibilidad al construir ideas y procesos matemáticos (i1)	Usa propuestas digitales con formato de respuesta cerrada o no usa herramientas digitales.	Usa propuestas digitales que sólo permiten construir sin efectuar ningún mecanismo de control.	Plantea el uso de herramientas digitales que permiten enfrentar problemas abiertos con mecanismos de representación diferentes y control sólo de cálculo o dibujo.	Desarrolla situaciones abiertas en las que después genera algún mecanismo de comunicación para analizar relevancias y potenciar la flexibilidad.
Genera contenido relevante que permite fomentar versatilidad (i2)	No usa herramientas digitales o no las usa para ver significados o procesos relevantes.	Usa recursos digitales sólo con el objetivo de motivar.	Considera usar más de un recurso para el aprendizaje de una misma idea sin elaborar nada nuevo.	Modifica, perfecciona y combina recursos existentes para crear contenido y conocimiento nuevo, original y relevante y establecer rediseños.
Fomenta la generalización yendo de lo concreto hacia lo general (i3)	No reconoce la importancia de la generalización, y el uso de instrumentos digitales que permiten verla.	Usa lo digital para trabajar con casos particulares, y no valora la importancia del <i>dragging</i> .	Usa visualizaciones reales, simulaciones o manipulativos por ordenador como punto de partida para las construcciones matemáticas.	Usa herramientas digitales para promover generalización y abstracción.

Estimula el pensamiento matemático complejo y la modelización (i4)	No usa herramientas digitales para enfrentar problemas complejos.	Usa sólo herramientas digitales para simular modelos simples.	Usa recursos digitales que incluyen construcciones y conjeturas de objetos y procesos que estimulan el pensamiento matemático.	Introduce actividades con herramientas digitales para reconocer y trabajar con modelos matemáticos y enfrentar la complejidad.
---	---	---	--	--

En la dimensión de problematización, consideramos la parte de rúbrica que vemos en la Tabla 2. En realidad, son dos facetas de un mismo indicador.

Tabla 2

Indicadores y niveles de la dimensión sobre problematización

Indicadores	0	1	2	3
Desarrolla problemas ideados para contrastar ideas y significados (i5)	Usa propuestas digitales ya elaboradas o no usa herramientas digitales.	Usa propuestas digitales que sólo permiten construir un significado o elemento procedimental repetitivo.	Plantea el uso de herramientas digitales que permiten enfrentar problemas específicos o particulares.	Desarrolla situaciones interesantes para proponer conjeturas y analizar relevancias de significados de objetos y procesos.
Promueve generación de problemas nuevos y actitud fluida (i6)	No usa ni desarrolla contenidos matemáticos para su clase mediante formatos digitales.	Permite la comparación de estrategias diversas en la resolución de problemas, pero sin dar posibilidad de generar ninguna propuesta nueva.	Usa tareas con herramientas digitales para establecer relaciones de contenido en la resolución de problemas, pero sin promover actitud investigativa hacia la creación de nuevos problemas.	En las tareas usadas con herramientas digitales promueve que el alumnado genere preguntas nuevas y originales para ampliar la investigación del problema inicial.

Del mismo modo, en cuanto a la dimensión establecer conexiones, la rúbrica considera los niveles que se ven en la Tabla 3.

Tabla 3*Indicadores y niveles de la dimensión conexiones*

Indicadores	0	1	2	3
Valora el uso de herramientas digitales para conexiones interdisciplinarias y extramatemáticas (i7)	No permite establecer conexiones o no usa herramientas digitales.	Usa lo digital sólo para motivar con contextos extramatemáticos.	Usa herramientas digitales sólo para conectar situaciones contextualizadas en situaciones de construcción de pruebas.	Reconoce que el uso de recursos digitales ofrece al alumnado oportunidades para establecer conexiones entre diferentes áreas de conocimiento y las matemáticas.
Permite conexiones intramatemáticas (i8)	No permite conexiones o no usa herramientas digitales.	Usa lo digital sólo para motivar con contextos intramatemáticos o sólo conecta ideas como respuesta a estímulos.	Relaciona objetos o procesos matemáticos mediante asociaciones simples de medida o cálculo.	Valora y usa herramientas digitales para hacer conexiones entre ideas matemáticas a partir de propuestas reflexionadas.
Permite cambios de representaciones (i9)	No usa cambios de representación.	Usa sólo cambios simples como tratamiento de datos con gráficos.	Valora cambios representacionales con el único objetivo de tener representaciones simultáneas.	Usa, valora y organiza tareas de cambio de representaciones con herramientas digitales, y reflexiona sobre el potencial matemático de las mismas.

En la dimensión 4, de exploración y conjetura, se consideran los niveles de los indicadores que se observan en la Tabla 4.

Tabla 4*Indicadores y niveles de la dimensión de exploración y conjetura*

Indicadores	0	1	2	3
Fomenta la exploración y experimentación del alumnado (i10)	No se fomenta exploración, o no se usan los medios digitales para ello.	Sólo se muestran elementos de experimentación para motivar o proponer ejemplos matemáticos.	En las tareas propuestas se usan tareas con exploraciones digitales asociadas a las nociones básicas.	En el trabajo se fomenta exploración de objetos y procesos matemáticos con medios digitales.

Estimula la formulación y contraste de conjeturas (i11)	No se fomentan conjeturas, porque se dan propuestas cerradas.	Sólo se proponen actividades de conjetura en desarrollos elementales.	Usa herramientas digitales para fomentar y contrastar sus conjeturas matemáticas.	Las herramientas digitales promueven conjeturas en diversos aspectos de los problemas propuestos.
--	---	---	---	---

En la dimensión 5, de validación y evaluación, se consideran los indicadores y niveles de la Tabla 5.

Tabla 5

Indicadores y niveles asociados a lo metacognitivo

Indicadores	0	1	2	3
Fomenta reflexión y autorregulación (i12)	No fomenta regulación o no usa herramientas digitales para ello.	Usa herramientas reflexivas, pero nunca en formato digital.	Usa herramientas digitales para reflexionar ideas cerradas preestablecidas.	Promueve con herramientas digitales reflexión, y evaluación del trabajo matemático desarrollado.

En la dimensión 6, sobre los aspectos emocionales y afectivos, se reconocen los indicadores y niveles de la Tabla 6.

Tabla 6

Indicadores y niveles asociados a lo emocional y afectivo

Indicadores	0	1	2	3
Conciencia de que con lo digital se desarrollan matemáticas (i13)	No usa herramientas digitales para hacer matemáticas de calidad.	Usa herramientas digitales para asociar objetos matemáticos en contextos reales sin reconocer su valor.	Usa recursos digitales para resolver sólo problemas simples en los que desarrolla matemáticas elementales.	Promueve un importante compromiso generando la percepción de que las matemáticas son útiles, tanto en un contexto matemático como en la vida diaria.
Promoción de compromiso identitario (i14)	No identifica el valor o necesidad de mejorar las matemáticas.	Usa herramientas digitales sin mostrar relación a los objetos o procesos matemáticos explícitos.	Usa herramientas digitales para relacionar matemáticas y arte en situaciones simples.	El uso de recursos digitales promueve un importante compromiso generando un sentimiento de placer, diversión, de reto.

Fomenta placer estético con herramientas digitales (i15)	No usa herramientas digitales o no las usa para promover placer estético.	Usa herramientas digitales sin consciencia de valor estético contextualizar.	Relaciona herramientas digitales con situaciones del mundo artístico que lleven a ideas matemáticas sólo inmediatas.	Promueve compromiso generando un sentimiento de placer estético a partir del contacto con conceptos.
---	---	--	--	--

Y para la dimensión 7, sobre aspectos comunicativos y ético-sociales, consideramos los indicadores y niveles de la Tabla 7.

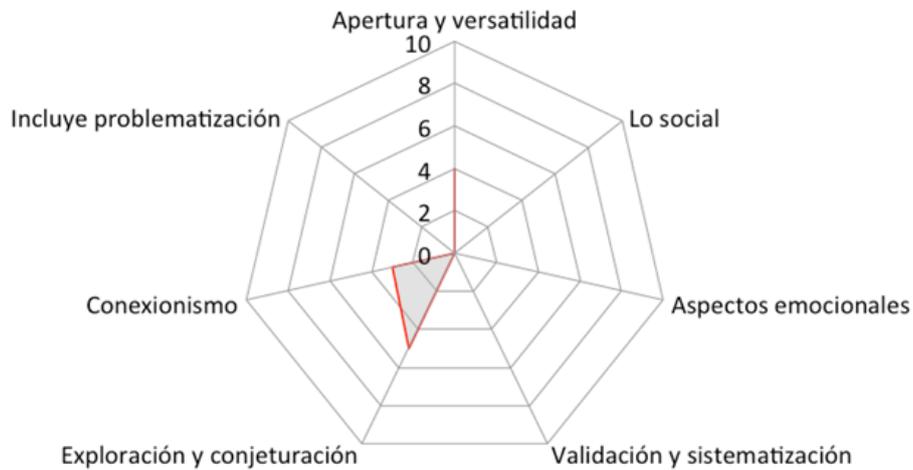
Tabla 7

Indicadores y niveles asociados a lo comunicativo y ético-social

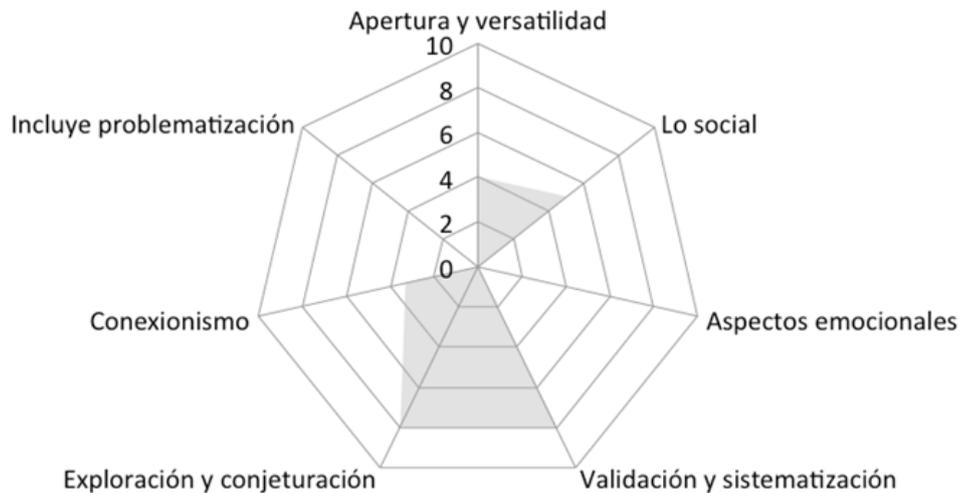
Indicadores	0	1	2	3
Fomento de comunicación y co-construcción (i16)	No usa herramientas digitales.	Usa herramientas digitales sólo a título individual.	Usa recursos digitales para el diálogo, pero no en la construcción matemática.	El uso de recursos digitales estimula la colaboración, cooperación y la interacción entre el alumnado participante.
Fomenta habilidades comunicativas en el alumnado escolar (i17)	No usa herramientas digitales para construir conocimiento matemático compartido.	Usa herramientas comunicativas digitales, pero sólo para comunicar el resultado acabado.	Usa herramientas digitales para comunicar sólo objetos o definiciones matemáticas.	El uso de recursos digitales promueve el desarrollo de las habilidades comunicativas del alumnado.

Para cada TFM analizado se visualiza la valoración global de cada una de las categorías con los 17 indicadores mediante un polígono de siete vértices en forma radial. Los vértices del polígono sombreado se obtienen a partir de la puntuación media de cada dimensión (con un cierto valor corrector en las que únicamente hay uno o dos indicadores). A partir de estas observaciones los futuros docentes analizados se agrupan según tres tipos, asociándolos a las formas de los polígonos encontrados. Así, el nivel alto de competencia se asocia a un polígono cercano al convexo; un perfil medio, a figuras con entrantes; y un perfil bajo de la competencia se observa en un polígono con menos vértices por falta de puntuación en algunos ejes.

En la Figura 2, se representan los resultados de un futuro profesor de secundaria de matemáticas (FP1) de perfil bajo.

Figura 2*Resultado gráfico-cuantitativo del FP1*

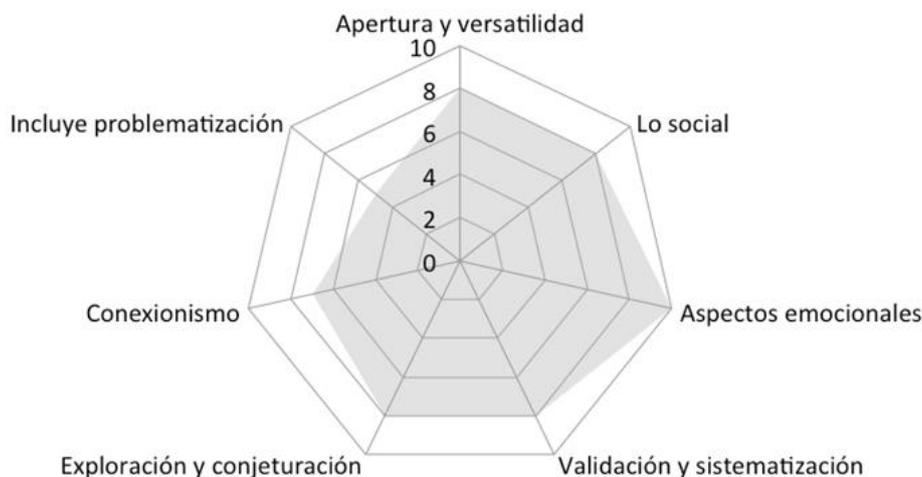
En la Figura 3, se muestran los resultados de un futuro profesor de secundaria (FP2) que se considera de perfil medio, en donde se puede observar que hay una asimetría en cuanto al uso creativo de herramientas digitales: se promueve exploración y conjetura y validación y evaluación con una alta puntuación, y, por otro lado, se nota a faltar incluir la problematización y los aspectos emocionales en actividades creativas con herramientas digitales.

Figura 3*Resultado gráfico-cuantitativo del FP2*

En la **Figura 4**, se muestran los resultados de un futuro profesor de secundaria de matemáticas (FP3) en donde se puede observar cierto equilibrio creativo.

Figura 4

Resultado gráfico-cuantitativo del FP3



Cuantitativamente, después de analizar las reflexiones sobre la práctica de los 40 estudiantes, y asignar puntajes a las evidencias encontradas en su trabajo, caracterizamos 4 niveles de la competencia creatividad digital que asociamos a 4 perfiles de futuro profesor.

Consideramos en el perfil 0 a los futuros profesores que no han usado ninguna herramienta digital, o bien justifican que la escuela no estaba preparada, pero ellos tampoco. También se han considerado en este nivel los que solo consideran lo que se ha hecho en su formación, pero no proponen ninguna herramienta digital con los estudiantes.

En el perfil 1, los futuros docentes desarrollan contenidos matemáticos para su clase mediante diferentes formatos (*Power Point*, vídeos, *Smartphone*, *Socrative* y *GeoGebra*), incluso combinan herramientas digitales diferentes, pero sin llegar a producir medios propios. En este perfil los futuros profesores no almacenan recursos digitales, aunque si se establecen diferencias entre el uso de mediadores (digitales o físicos) en función de un mejor aprendizaje. No se analizan configuraciones epistémicas con dispositivos digitales para mejorar prácticas matemáticas. Se habla de emotividad en el sentido de que se piensa que las actividades resultaron atractivas, pero no se muestran evidencias de los alumnos. En cuanto a lo interaccional, se da un uso de medios clásicos como correo electrónico. En lo ecológico-ético, se asume el conocimiento de las normas básicas de conducta que rigen la comunicación con otros mediante herramientas digitales, pero no se aplica en el periodo de prácticas.

En el perfil 2, se encontrarían los futuros profesores que proponen actividades propias “ad hoc” con uso de herramientas digitales para conseguir afianzar objetos matemáticos, almacenan información, pero no gestionan el uso de instrumentos como applets o programas para evaluar contenido matemático. En cuanto a lo interaccional, usan elementos colaborativos digitales con consciencia de su valor, pero se restringe a lo que se ha mostrado en el programa de formación. En cuanto a lo afectivo-emocional, explican evidencias de mejoras de los estudiantes debido al impacto emocional de lo digital. En cuanto a la dimensión ecológico-ética, reconocen aplicar criterios éticos y de difusión de información y valoran el contexto, sin profundizar en explicaciones.

En un perfil más alto, se encontrarían los futuros profesores que hicieran aportes conscientes en todas las categorías. En las valoraciones realizadas y discutidas en el equipo investigador, se ha encontrado algún indicador en alto nivel, pero no en todos. Por ello, se constata que lo realizado en el programa de formación no ha sido suficiente para conseguir este nivel. Otro factor que puede haber impedido este nivel podría ser el no haber tenido suficientes experiencias vividas en el *Practicum*.

En la Tabla 8 se muestra resumido el nivel de competencia digital de los 40 alumnos analizados con su equivalente porcentaje.

Tabla 8

Número de alumnos y porcentaje de cada uno de los niveles de creatividad digital

N = 40	Perfil 0	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3
Número de alumnos	3	20	17	0
Porcentaje	7,5 %	50 %	42,5 %	0 %

Conclusiones

El instrumento elaborado y el análisis realizado con el mismo, nos ha permitido caracterizar cuatro grupos de futuros docentes en cuanto a la creatividad digital: (1) un primer grupo de perfil muy bajo, con casi nula consideración de lo creativo, (2) uno de perfil bajo, con poca consideración de lo creativo, aunque propone tareas interesantes y adecuadas, evidenciando algunas de las dimensiones y excluyendo otras, por lo que el resultado gráfico-cuantitativo es asimétrico en cuanto al uso de lo creativo, (3) un grupo en el que se evidencian la mayoría de las dimensiones, y, por consiguiente, el resultado gráfico-cuantitativo muestra cierto equilibrio creativo y (4) un grupo de perfil alto cuya representación gráfica muestra un alto puntaje y equilibrio entre todas las dimensiones.

Casi todos los futuros profesores que incluyen construcciones digitales creen que éstas estimulan el pensamiento matemático (Siew y Chong, 2014), pero sus argumentos son genéricos. En muchas ocasiones incluyen recursos digitales porque el análisis que realizan sobre su propia práctica les alerta de una baja nota en la idoneidad mediacional y la incluyen como una metodología más. No tienen en cuenta que lo digital puede cambiar el paradigma clásico del conocimiento. Sólo los futuros profesores que han probado experiencias de generalización mediante recursos digitales reconocen que los recursos digitales son instrumentos útiles que provocan que el alumno realice experimentos, conjeturas y generalizaciones (Christou et al., 2005).

Observamos que existen determinados contenidos matemáticos cuyas propuestas de enseñanza en sus TFM muestran cierto equilibrio creativo y estas propuestas suelen trabajar contenidos matemáticos que se han abordado profundamente a lo largo del máster y, por lo tanto, los futuros profesores cuentan con más material. Por último, también observamos que hay ciertas dificultades en explicitar el valor creativo del uso de herramientas digitales en las dimensiones de problematización y conexiones. Este aspecto es preocupante porque quizás la

visión epistemológica de estos futuros profesores los puede llevar a ser repetitivos y no abiertos en su desarrollo profesional.

Cabe señalar algunas limitaciones de la investigación. Para evaluar la creatividad digital se analizaron 40 TFM. Los futuros profesores tienen un tiempo limitado para elaborar estos trabajos, aproximadamente un mes y medio desde que terminan el *Practicum* y entregan el TFM. Los trabajos también tienen un límite de extensión. Esto motiva que los participantes sean concisos tanto en la valoración que hacen de su propia práctica como en la nueva propuesta de mejora, centrándose en los aspectos que consideren más relevantes. Si bien la elaboración del trabajo invita a la reflexión sobre las diferentes dimensiones de un proceso de enseñanza y aprendizaje a través de los criterios de idoneidad didáctica del EOS (Godino et al., 2017), no se pide explícitamente a los futuros docentes que presenten tareas creativas donde utilicen herramientas digitales y que fomenten la creatividad de los alumnos.

Además del uso de la rúbrica que se ha presentado, este instrumento también puede ser útil para facilitar la reflexión de docentes o futuros docentes sobre su propia práctica. En posteriores trabajos esperamos reconocer los beneficios del instrumento de rúbrica como elemento de autovaloración, que les permita pensar en lo que deberían mejorar en su producción de tareas matemáticas y su gestión en el aula. El hecho de que los docentes o futuros docentes apliquen la rúbrica como instrumento de autovaloración puede ayudar a detectar aspectos que se deban incluir o refinar en la propia rúbrica.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado bajo los auspicios de los proyectos de investigación en formación docente: PID2021-127104NB-I00 financiado por MCIN/ AEI/10.13039/501100011033/ y por "FEDER Una manera de hacer Europa".

Referencias

- Aldon, G. (2010). Handheld calculators between instrument and document. *ZDM – Mathematics Education*, 42(7), 733–745. <https://doi.org/10.1007/s11858-010-0275-4>
- Artigue, M. (2009). The future of teaching and learning mathematics with digital technologies. En C. Hoyles & J. B. Lagrange (Eds.), *Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain* (pp. 463–475). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0146-0_23
- Bartolini Bussi, M. G., Chiappini, G., Paola, D., Reggiani, M., & Robutti, O. (2004). Teaching and learning mathematics with tools. En L. Cannizzaro, A. Pesci, & O. Robutti (Eds.), *Research and teacher training in mathematics education in Italy* (pp. 138–169). UMI.
- Brown, L., & Reid, D. A. (2006). Embodied cognition: Somatic markers, purposes and emotional orientations. *Educational Studies in Mathematics*, 63(2), 179–192. <https://doi.org/10.1007/s10649-006-9027-3>
- Carvajal, S. (2018). *Competencia digital en la formación del profesorado en matemáticas* [Tesis doctoral, Universitat de Barcelona]. Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona. <http://hdl.handle.net/2445/144258>
- Carvajal, S., Font, V., & Giménez, J. (2017). Caracterización de la competencia digital en la formación de futuros profesores de secundaria a través del análisis sobre su propia práctica. En H. Ramos & S. Nieto (Eds.), *Actas del VIII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática* (pp. 94–107). Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas.
- Carvalho, M. C. P. (2012). *A prática do professor de anos iniciais no ensino da matemática e a utilização de recursos tecnológicos* [Tesis de máster, Universidade Bandeirante de São Paulo]. Cogna Educação. <https://repositorio.pgsscogna.com.br/handle/123456789/3601>
- Chamberlin, S. A., & Moon, S. M. (2005). Model-eliciting activities as a tool to develop and identify creatively gifted mathematicians. *The Journal of Secondary Gifted Education*, 17(1), 37–47. <https://doi.org/10.4219/jsge-2005-393>
- Christou, C., Mousoulides, N., Pittalis, M., & Pita-Pantazi, D. (2005). Problem solving and problem posing in a dynamic geometry environment. *The Mathematics Enthusiast*, 2(2), 125–143. <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1029>
- De Simone, M. (2015). *Rationality in mathematics teaching: The emergence of emotions in decision-making*. [Tesis doctoral, Università di Torino]. IRIS. <https://hdl.handle.net/2318/1509078>
- Drijvers P. (2015). Digital technology in mathematics education: Why it works (or doesn't). En S. Cho (Ed.), *Selected Regular Lectures from the 12th International Congress on Mathematical Education*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-17187-6_8
- European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture (2019). *Key competences for lifelong learning*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2766/569540>
- Falloon, G. (2020). From digital literacy to digital competence: the teacher digital competency (TDC) framework. *Educational Technology Research and Development*, 68(5), 2449–2472. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09767-4>

- Ferrara, F., & De Simone, M. (2014). Using Habermas in the study of mathematics teaching: The need for a wider perspective. En P. Liljedahl, C. Nicol, S. Oesterle, & D. Allan (Eds.), *Proceedings of PME 38 and PME-NA 36* (Vol. 1, pp. 223–228). PME.
- Font, V., Godino, J. D. & Gallardo, J. (2013). The emergence of objects from mathematical practices. *Educational Studies in Mathematics*, 82(1), 97–124. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9411-0>
- Giménez, J. & Vanegas, Y. (2011). Competencias, aprendizaje y evaluación. En J.M. Goñi (Ed.), *Didáctica de las Matemáticas. Formación de profesorado de Secundaria en Matemáticas* (pp.75–110). Graó.
- Godino, J. D., Giacomone, B., Batanero, C., & Font, V. (2017). Enfoque ontosemiótico de los conocimientos y competencias del profesor de matemáticas. *Boletim de Educação Matemática*, 31(57), 90–113. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v31n57a05>
- Healy, L. & Powell, A. B. (2013). Understanding and overcoming “disadvantage” in learning mathematics. En M. A. Clements, A. J. Bishop, C. Keitel, J. Kilpatrick, & F. K. S. Leung (Eds.), *Third International Handbook of Mathematics Education* (pp. 69–100). Springer.
- Hoyles, C. (1998). A culture of proving in school mathematics? En D. Tinsley & D. Johnson (Eds.), *Information and communications technologies in school mathematics* (pp. 169–182). Chapman & Hall. https://doi.org/10.1007/978-0-387-35287-9_21
- Kampylis, P. G., & Valtanen, J. (2010). Redefining Creativity — Analyzing Definitions, Collocations, and Consequences. *The Journal of Creative Behavior*, 44(3), 191–214. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.2010.tb01333.x>
- Kaput, J. (2000). *Transforming algebra from an engine of inequity to an engine of mathematical power by “algebrafying” the K-12 curriculum* (ED441664). ERIC. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED441664.pdf>
- Lagrange, J. B. (2000). L'intégration d'instruments informatiques dans l'enseignement: Une approche par les techniques. *Educational Studies in Mathematics*, 43(1), 1–30. <https://doi.org/10.1023/A:1012086721534>
- Lei, J. (2009). Digital natives as preservice teachers: What technology preparation is needed? *Journal of Computing in Teacher Education*, 25(3), 87–97. <https://doi.org/10.1080/10402454.2009.10784615>
- Leikin, R. (2009). Exploring mathematical creativity using multiple solution tasks. En R. Leikin, A. Berman, & B. Koichu (Eds.), *Creativity in mathematics and the education of gifted students* (pp. 129–145). Sense Publisher.
- Lev-Zamir, H., & Leikin, R. (2013). Saying versus doing: teachers’ conceptions of creativity in elementary mathematics teaching. *ZDM – Mathematics Education*, 45(2), 295–308. <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0464-4>
- Liljedahl, P., & Sriraman, B. (2006). Musings on mathematical creativity. *For the learning of mathematics*, 26(1), 17-19.
- LOMLOE (2020) Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2020/BOE-A-2020-17264-consolidado.pdf>
- Maher, M. L., & Poon, J. (1996). Modeling design exploration as co-evolution. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 11(3), 195–209. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8667.1996.tb00323.x>

- Mallart, A., & Deulofeu, J. (2017). Estudio de indicadores de creatividad matemática en la resolución de problemas. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 20(2), 193–222. <https://doi.org/10.12802/relime.17.2023>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional y Administraciones educativas de las comunidades autónomas. (2022). *Marco de Referencia de la Competencia Digital Docente*. Autor. Disponible en: https://intef.es/wp-content/uploads/2023/05/MRCDD_GTTA_2022.pdf
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Nacarato, A. M. (2011). Práticas pedagógicas e educação matemática. En H. Amaral da Fontoura & M. Silva (Eds.), *Práticas pedagógicas, linguagem e mídias: Desafios após-graduação em educação em suas múltiplas dimensões* (pp. 163–177). ANPEd Nacional.
- Papadopoulos, I., Barquero, B., Richter, A., Daskolia, M., Barajas, M. & Kynigos, C. (2015). Representations of creative mathematical thinking in collaborative designs of c-book units. En K. Krainer & N. Vondrová (Eds.) *Proceedings of the Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2381–2387). Charles University in Prague – Faculty of Education, ERME.
- Polo, M. (2017). The professional development of mathematics teachers: Generality and specificity. En G. Aldon, F. Hitt, L. Bazzini, & U. Gellert (Eds.) *Mathematics and Technology* (pp. 495–521). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51380-5_23
- Ritcher, A., Barquero, B., Font, V., & Barajas, M. (2015). ¿Cómo promover la creatividad matemática? El papel de las comunidades de interés y del diseño de c-unidades. En R. Flores (Ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (pp. 732–739). Comité Lationamericano de Matemática Educativa.
- Royo, P., Coll, C., & Giménez, J. (2017). e-Collaborative forums as mediators when solving algebraic problems. En G. Aldon, F. Hitt, L. Bazzini, & U. Gellert (Eds.), *Mathematics and Technology* (pp. 395–408). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51380-5_18
- Sala, G., Font, V., Barquero, B., & 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 & M. M. López (Eds.), *Actas del Segundo Congreso Internacional Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos*. Disponible en <https://enfoqueontosemiotico.ugr.es/civeos.html#comunicaciones>
- Sánchez, A., Font, V., & Breda, A. (2022). Significance of creativity and its development in mathematics classes for preservice teachers who are not trained to develop students' creativity. *Mathematics Education Research Journal*, 34(4), 863–885. <https://doi.org/10.1007/s13394-021-00367-w>
- Seckel, M. J., Breda, A., Sánchez, A., & Font, V. (2019). Criterios asumidos por profesores cuando argumentan sobre la creatividad matemática. *Educação e Pesquisa*, 45, e211926. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634201945211926>
- Seckel, M. J. & Font, V. (2015). Competencia de análisis didáctico en la formación inicial de profesores de matemática de Chile. En P. Scott & A. Ruíz (Eds.), *Educación Matemática*

- en las Américas 2015. Volumen 1: Formación Inicial para Primaria* (pp. 10-18). Comité Interamericano de Educación Matemática.
- Sequera, E. (2007). *Creatividad y desarrollo profesional docente en matemáticas para la educación primaria* [Tesis doctoral, Universitat de Barcelona]. Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona. <http://hdl.handle.net/2445/41432>
- Siew, N. M., & Chong, C. L. (2014). Fostering students' creativity through Van Hiele's 5 phase-based tangram activities. *Journal of Education and Learning*, 3(2), 66-80. <http://dx.doi.org/10.5539/jel.v3n2p66>
- Stake, R. E. (2007). *Investigación con estudio de casos* (R. Filella, Trad.; 4ª ed.). Morata.
- Torrance, E. P. (1974). *Torrance tests of creative thinking: Norms-technical manual*. Scholastic Testing Services.