

CARACTERIZACIÓN DE LA COMPETENCIA DIGITAL EN LA FORMACIÓN DE FUTUROS PROFESORES DE SECUNDARIA A TRAVÉS DEL ANÁLISIS SOBRE SU PROPIA PRÁCTICA

Silvia Carvajal – Vicenç Font – Joaquín Giménez
scarvajal@ub.edu – vfont@ub.edu - quimgimenez@ub.edu
Universidad de Barcelona (España)

Núcleo temático: Formación del profesorado en Matemáticas

Modalidad: CB

Nivel educativo: Medio o Secundario (12 a 15 años)

Palabras clave: Educación matemática, competencias profesionales, análisis didáctico, competencia digital

Resumen

El objetivo de este trabajo es refinar la caracterización de la competencia digital del Profesorado de Educación Secundaria propuesta en Carvajal y Font (2016). Los sujetos son una muestra de alumnos de una promoción del Máster Interuniversitario de Formación del Profesorado de Educación Secundaria de la especialidad de Matemáticas de Cataluña (España). Estos alumnos en la asignatura del Prácticum II diseñaron una unidad didáctica y en la asignatura de Trabajo Final de Máster utilizaron los criterios de idoneidad didáctica que propone el enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática para: a) Valorar la unidad que diseñaron e implementaron en el Prácticum II. b) Diseñar una propuesta de mejora de la unidad didáctica implementada en el Prácticum II que mejoraba algunos de los aspectos que la valoración realizada indicaba que se debían y podían mejorar. A partir del análisis de la reflexión sobre su propia práctica, principalmente analizando los comentarios que hacían referencia a la idoneidad mediacional, dedujimos y refinamos las dimensiones, descriptores y niveles de desarrollo de la competencia digital previamente realizada por Carvajal y Font (2016). Esta caracterización puede servir en un futuro para evaluar la competencia digital en la formación del profesorado de Secundaria de Matemáticas.

Objetivos de la investigación y antecedentes

El principal objetivo de esta investigación es refinar, a partir del análisis de la reflexión sobre su propia práctica realizada por futuros profesores de matemáticas, la caracterización de la competencia digital del Profesorado de Educación Secundaria realizada previamente por Carvajal y Font (2016). Dicha caracterización consideraba componentes, dimensiones, descriptores y niveles. Por cuestiones de espacio nos limitaremos a exponer las componentes

y dimensiones propuestas en Carvajal y Font (2016) y a desarrollar los descriptores y niveles solo para el segundo componente *Creación y uso de contenidos específicos*:

C1. Información específica

D1: Busca y hace buscar a sus alumnos información en red, acceder a ella y seleccionar recursos de forma eficaz.

D2: Compara, contrasta, evalúa e integra información matemática de forma crítica.

C2. Creación y uso de contenidos específicos

Dimensión	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Desarrolla contenidos matemáticos para su clase mediante diferentes formatos y/o diseña tareas en las que los alumnos tengan que utilizar diferentes programas informáticos	Desarrolla contenidos matemáticos para su clase mediante formatos digitales sencillos (textos, tablas, imágenes...).	Desarrolla contenidos matemáticos para su clase mediante diferentes formatos incluidos los multimedia (textos, tablas, imágenes, vídeos, audios...).	Desarrolla contenidos matemáticos para su clase mediante diferentes formatos y a partir de plataformas y entornos diferentes conociendo qué programa/aplicación es la que mejor se adapta al tipo de contenido que quiere crear.
Modifica, perfecciona y combina los recursos existentes para crear contenido y conocimiento nuevo, original y relevante la valora	Es capaz de hacer cambios sencillos en el contenido que otros han producido.	Es capaz de editar, modificar y mejorar el contenido que otros o él mismo ha producido.	Es capaz de combinar elementos de contenido ya existente para crear contenido nuevo.

C3. Almacenamiento y comunicación

D1: Entiende, gestiona, almacena y selecciona diferentes dispositivos/ servicios en donde almacenar los recursos digitales y/o la información matemática.

D2: Interacciona por medio de diversos dispositivos y/o aplicaciones digitales para establecer contacto social.

C4. Ético

D1: Está familiarizado con las normas de conducta en interacción en línea o virtuales y desarrolla estrategias para la identificación de las conductas inadecuadas.

D2: Entiende cómo se aplican los derechos de autor y las licencias a la información y a los contenidos digitales.

D3: Protege los dispositivos y comprende los riesgos y amenazas en red y los términos habituales de uso de los programas.

Descripción del marco teórico

El enfoque ontosemiótico de la cognición e instrucción matemática (EOS) (Godino, Batanero y Font, 2007; Font, Planas y Godino, 2010) propone un modelo de análisis didáctico de procesos de instrucción con diferentes tipos de análisis. En particular contempla un análisis valorativo mediante el uso de la herramienta idoneidad didáctica (Breda, Font y Lima, 2015), formada por seis criterios de idoneidad:

Idoneidad epistémica: se refiere a que las matemáticas enseñadas sean unas “buenas matemáticas”. Para ello, además de tomar como referencia el currículo prescrito, se trata de tomar como referencia a las matemáticas institucionales que se han transpuesto en él.

Idoneidad cognitiva: expresa el grado en que los aprendizajes pretendidos/implementados están en la zona de desarrollo potencial de los alumnos, así como la proximidad de los aprendizajes logrados a los pretendidos/implementados.

Idoneidad interaccional: grado en que los modos de interacción permiten identificar y resolver conflictos de significado y favorecen la autonomía en el aprendizaje.

Idoneidad mediacional: grado de disponibilidad y adecuación de los recursos materiales y temporales necesarios para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Idoneidad afectiva: grado de implicación (interés, motivación) del alumnado en el proceso de estudio.

Idoneidad ecológica: grado de adaptación del proceso de estudio al proyecto educativo del centro, las directrices curriculares, al entorno social, etc.

Tal como se señala en Breda, Font y Lima (2015) el constructo *criterios de idoneidad didáctica* (y su desglose en componentes y descriptores), propuesto en el marco del EOS

puede ser utilizado como herramienta para organizar la reflexión del profesor – como se está haciendo en diferentes procesos de formación en España, Ecuador, Chile y Argentina (Giménez, Font y Vanegas, 2013; Pochulu, Font y Rodríguez, 2016 y Seckel, 2016).

Sujetos y metodología

Nuestros sujetos de estudio son la promoción de alumnos del curso académico 2015-2016 del Máster Interuniversitario de Formación del Profesorado de Educación Secundaria de la especialidad de Matemáticas de Catalunya (a partir de ahora, MFPSM). Estos alumnos en la asignatura del Prácticum II (a partir de ahora, PII) diseñaron una unidad didáctica y en la asignatura de Trabajo Final de Máster (a partir de ahora, TFM) utilizaron los criterios de idoneidad didáctica que propone el EOS para:

- a) Valorar su propia práctica, en concreto la unidad que implementaron en el PII.
- b) Diseñar una propuesta de mejora de la unidad didáctica implementada en el PII que mejoraba algunos de los aspectos que la valoración realizada indicaba que se debían y podían mejorar. Esta propuesta debía estar justificada con literatura científica.

Para poder refinar la caracterización de la competencia digital, partimos de la caracterización previa y analizamos, para cada uno de los sujetos de estudio, ambos documentos (PII y TFM). A partir de la caracterización anterior y el análisis de estos dos documentos (ver en anexos un ejemplo de un alumno, denominado A1) tuvimos suficientes evidencias para poder observar qué dimensiones, descriptores y niveles debían reescribirse y cuáles no se tuvieron en cuenta en la anterior caracterización y debían añadirse.

Caracterización refinada y conclusiones

Finalmente, la caracterización de la competencia digital refinada está formada por las siguientes dimensiones, descriptores y niveles:

C1. Usa información específica matemática, la revisa y la valora

Dimensión	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Busca, usa y selecciona información en red, accede a ella y selecciona	Busca y hace buscar a sus alumnos información en red, acceder a ella. Planifica un posible uso de información,	Selecciona recursos informativos en formato digital, justificando su interés, la revisa	Usa críticamente instrumentos de reflexión y análisis que se encuentran en formato digital (construcción de mapas; establecimiento de

recursos adecuados de forma ética	aunque después no lo implementa. Incorpora la idea de repositorio.	en función de las aportaciones realizadas.	redes de significados, etc.), reconociendo la calidad matemática de forma que permiten analizar la faceta ecológica del desarrollo de instrucción.
Compara, contrasta, evalúa e integra información matemática de forma fiable crítica, y la valora	Usa herramientas digitales para identificar y fiabilizar conocimientos sobre la enseñanza, elementos curriculares, búsqueda de recursos didácticos de interés, dificultades conceptuales, detección de errores, etc. para incorporarlos en las implementaciones.	Compara, contrasta, evalúa e integra información matemática o de educación matemática en formato tecnológico, reconociendo las relaciones matemáticas implícitas en el desarrollo, más allá del simple repositorio.	Valora recursos informativos en formato digital de forma eficaz y los considera al término de su práctica explicando las modificaciones que realizaría. Es crítico con la información que encuentra, contrastando su validez y credibilidad e integrándola en sus creaciones matemáticas.

C2. Crea y usa contenidos matemáticos específicos

Dimensión	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Desarrolla, mediante diferentes formatos digitales, contenidos matemáticos para su clase	Usa propuestas digitales realizadas por otros sin adaptaciones o con pocas adaptaciones; introduce propuestas en entornos cerrados (textos, tablas, imágenes, ppt) para establecer asociaciones, con objetivo de reconocer la adquisición de ideas u objetos matemáticas.	Usa instrumentos digitales para establecer relaciones entre representaciones, conexiones, etc. identificando las dificultades subyacentes y las implicaciones junto a otros mediadores.	Desarrolla contenidos matemáticos para su clase mediante diferentes formatos y/o diseña tareas en las que los alumnos tengan que utilizar diferentes programas informáticos.
Modifica, perfecciona y combina recursos	Problematiza con herramientas digitales usadas como desarrollo de	Modifica, perfecciona y combina los recursos	Usa los medios digitales para establecer relaciones entre el conocimiento común y especializado

existentes para crear contenido nuevo y relevante	procedimientos específicos, o bien introduciendo significados parciales del contenido.	existentes para crear contenido y conocimiento nuevo, original y relevante o establecer rediseños.	en la construcción de los objetos y sistemas matemáticos; prepara análisis de la práctica con ayuda de dichos recursos digitales.
--	--	--	---

C3. Almacena y fomenta comunicación matemática mediante herramientas digitales y analiza su calidad

Dimensión	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Selecciona entre diferentes dispositivos/ servicios en donde almacenar los recursos digitales	Entiende, gestiona, almacena y selecciona diferentes dispositivos/ servicios en donde almacenar los recursos digitales y/o la información matemática (wikis, repositorios, fóruns, blogs, etc).	Usa modos de interacción para establecer conocimiento compartido en formato digital que se sitúa en un espacio nuevo para ser apropiado por los colegas.	Analiza lo ocurrido en la clase con instrumentos digitales en términos de normas interactivas. Reconoce cambios que precisa realizar en nuevas experimentaciones.
Interacciona provocando aprendizaje colaborativo y construcción común de significados	Interacciona por medio de diversos dispositivos y/o aplicaciones digitales para establecer contacto social.	Utiliza de forma consciente tecnologías y medios para los procesos colaborativos y para la creación y construcción común de recursos y contenido matemático, consciente de las limitaciones y potencialidades de cada uno.	Usa, valora y analiza el uso de medios interactivos digitales para tener un control del proceso de enseñanza/aprendizaje y autorregular el aprendizaje.

C4. Uso de herramientas digitales para el análisis didáctico descriptivo (epistémico, cognitivo, interaccional)

Dimensión	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Analiza configuraciones epistémicas con	Reconoce proposiciones, argumentos y	Reconoce el valor de generalización, definición, presente	Sugiere propuestas de mejora de la práctica, que usan formatos

dispositivos digitales para mejorar prácticas matemáticas	razonamientos plausibles que se desarrollan específicamente con medios digitales.	en las construcciones con variables en entornos digitales, para conjeturar propiedades y resolver problemas.	digitales en base al análisis del efecto de los mediadores en el desarrollo epistémico, y el análisis de la configuración y trayectorias didácticas para la resolución de conflictos.
Analiza elementos cognitivos de la instrucción con dispositivos digitales	Establece diferencias entre el uso de mediadores diferentes (digitales o físicos) en función de un mejor aprendizaje. Explica por qué se usa un material u otro.	Sugiere desarrollos digitales más allá de simples asociaciones o respuestas cerradas, analizando los resultados en términos de las conexiones establecidas, y contextos usados.	Analiza el uso de medios digitales con ayuda de herramientas teóricas o comparaciones sobre la práctica, visualizando dificultades posibles del alumnado que se evidencian en su uso.
Analiza procesos colaborativos en la clase de forma colaborativa	Colabora con otros colegas usando formatos tradicionales (teléfono móvil, correo electrónico, chat...).	Es capaz de debatir y elaborar productos nuevos en colaboración con otros colegas usando herramientas digitales nuevas.	Usa herramientas colaborativas en el análisis de procesos de enseñanza. Participa en procesos de investigación sobre la instrucción.

C5. Analiza la idoneidad emocional y ecológica con medios digitales

Dimensión	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Desarrolla procesos implicativos, y consigue emocionar a los estudiantes con lo digital	Consigue que el alumnado sea empático con actividades matemáticas con el uso de medios digitales.	Hay evidencias de que se consigue identificar significados matemáticos con la ayuda de los medios digitales.	Desarrolla instrumentos de análisis de aspectos emocionales que inciden en el proceso instruccional, mediante instrumentos digitales.
Analiza la dimensión ecológica de los procesos de instrucción	Usa medios digitales para establecer análisis de variables que influyen en la enseñanza. Elabora	Construye documentos colaborativamente que explican variables que	Organiza informaciones que aluden a lo ecológico en documentos de investigación que se

	materiales de evaluación.	influyen en el desarrollo instructivo.	escriben y documentan en la red.
--	---------------------------	--	----------------------------------

C6. Conciencia ética en el uso de lo digital en el aula de matemática.

Dimensión	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Está familiarizado con normas de conducta en interacción en línea o virtuales y desarrolla estrategias para la identificación de las conductas inadecuadas	Conoce las normas básicas de conducta que rigen la comunicación con otros mediante herramientas digitales.	Entiende las normas básicas de conducta que rigen la comunicación con otros mediante herramientas digitales y es capaz de aplicarlas al contexto profesional.	Entiende las normas básicas de conducta que rigen la comunicación con otros mediante herramientas digitales aplicándolas al contexto profesional y desarrolla estrategias para la identificación y reorientación de las conductas inadecuadas en la red.
Entiende cómo se aplican los derechos de autor y las licencias a la información y a los contenidos digitales	Es consciente de que algunos de los contenidos que utiliza pueden tener derechos de autor.	Conoce la diferencia básicas entre las licencias pero no las sabe aplicar al contenido que crea.	Conoce y aplica los diferentes tipos de licencias a la información y los recursos que usa y crea.
Protege los dispositivos y comprende los riesgos y amenazas en red y los términos habituales de uso de los programas	Protege dispositivos (uso de antivirus, contraseñas...) y entiende las condiciones de uso de los servicios en línea.	Sabe cómo proteger los dispositivos digitales y actualizar las estrategias de seguridad y sabe en qué medida sus datos puede ser utilizados por terceros.	Actualiza frecuentemente las estrategias de seguridad y sabe cómo actuar cuando un dispositivo está amenazado y sabe cómo proteger la información relativa a otras personas.

Agradecimientos

Este trabajo se ha desarrollado en el contexto de los Proyectos: EDU2015-64646-P (MINECO/FEDER, UE) y REDICE16-1520 (ICE-UB).

Referencias bibliográficas

Breda, A., Font, V. y Lima, V.M.R. (2015). A noção de idoneidade didática e seu uso na formação de professores de matemática. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática*, 8(1), 4-41.

Carvajal, S. y Font, V. (2016). Caracterización de la competencia digital en la formación de profesores de matemáticas. Acta Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación IX, pendiente de publicación. Cataluña.

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

Giménez, J.; Font, V. y Vanegas, Y. (2013). Designing Professional Tasks for Didactical Analysis as a research process. En C. Margolinas (Ed.), *Task Design in Mathematics Education* (581-590). Proceedings of ICMI Study 22: Oxford.

Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM-The International Journal on Mathematics Education*, 39(1-2), 127-135.

Pochulu, M., Font, V. y Rodríguez, M. (2015). Desarrollo de la competencia en análisis didáctico de formadores de futuros profesores de matemática a través del diseño de tareas. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa-RELIME*, 19(1), 71-98.

Seckel, M. J. (2016). *Competencia en análisis didáctico en la formación inicial de profesores de educación básica con mención en matemática*. Tesis de Doctorado, Universitat de Barcelona.

Evidencias de las dimensiones C1, C2, C3, C4 y C5 de un alumno

C1. Usa información específica matemática, la revisa y la valora

	Evidencia ajustada a un indicador de C1	Asignación de Niveles		
		N1	N2	N3
1.1.	Busca, usa y selecciona información en red, accede a ella y selecciona recursos adecuados de forma ética			X
	(Evidencia PII) Se les pide a los alumnos que busquen información sobre Leonhard Euler, sobre aspectos relacionados con su vida, aportaciones más significativas a las matemáticas y a la ciencia y, especialmente, el Teorema de Poliedros de Euler.			
1.2.	Compara, contrasta, evalúa e integra información matemática de forma fiable			X

	<p>(Evidencia TFM) En una de las actividades, realizada en parejas, cada miembro de la pareja realiza una búsqueda de información por Internet, de manera que para poder completar la actividad se deben comunicar entre ellos. El enunciado de la actividad es el siguiente: Demuestra qué conexiones hay entre un triángulo y las teorías del matemático y físico Leonhard Euler. La actividad está dividida en tres partes, la primera se trata de un trabajo individual, la segunda de una puesta en común y la tercera de un trabajo constructivo. Primera parte: Cada alumno realiza una búsqueda desde un punto de partida diferente. Uno de vosotros debe buscar propiedades del triángulo que puedan ligarse con el matemático y físico Leonhard Euler, y otro debe buscar teorías de Leonhard Euler que se puedan ligar con un triángulo. Segunda parte: Intercambiad la información que habéis encontrado. Tomad una decisión de cuál es el teorema en el que nos tenemos que centrar para desarrollar la actividad. Tercera parte: Descargaos el archivo “Triangulo.gbb” del moodle y demostrad el teorema que habéis descubierto en la segunda parte. Responded a la siguiente pregunta: Según el tipo de triángulo, ¿qué observáis?</p>
--	---

C2. Crea y usa contenidos matemáticos específicos

	Evidencia ajustada a un indicador de C2	Asignación de Niveles		
		N1	N2	N3
2.1.	Desarrolla, mediante diferentes formatos digitales, contenidos matemáticos para su clase			X
2.2.	Modifica, perfecciona y combina recursos existentes para crear contenido nuevo y relevante			X
	(Evidencia TFM) En lugar de que el futuro profesor realizara la actividad en la pizarra mientras los alumnos lo hacían en el ordenador, eran los propios alumnos los que adivinaban los puntos notables del triángulo y su relación con el Teorema de Euler, representándolos con el GeoGebra y respondiendo a algunas preguntas.			

C3. Almacena y fomenta comunicación matemática mediante herramientas digitales y analiza su calidad

	Evidencia ajustada a un indicador de C3	Asignación de Niveles

		N1	N2	N3
3.1.	Selecciona entre diferentes dispositivos/ servicios en donde almacenar los recursos digitales		X	
	(Evidencia PII) Los alumnos calculan áreas y perímetros de figuras compuestas que observan en el entorno. Las fotografían y las suben al “Padlet” (una pizarra virtual en donde los alumnos pueden trabajar de forma colaborativa y guardar y compartir diferente contenido multimedia).			
3.2.	Interacciona provocando aprendizaje colaborativo y construcción común de significados	X		
	(Evidencia PII) Un grupo de 11 alumnos estuvieron unos días de intercambio en Francia. Se perdieron algunas sesiones de forma presencial pero tenían todos los apuntes en el moodle del instituto, incluyendo todos los ejercicios de clase, para que no se perdieran ninguna información en la semana de intercambio.			

C4. Uso de herramientas digitales para el análisis didáctico descriptivo (epistémico, cognitivo, interaccional)

	Evidencia ajustada a un indicador de C4	Asignación de Niveles		
		N1	N2	N3
4.1.	Analiza configuraciones epistémicas con dispositivos digitales para mejorar prácticas matemáticas	X		
	(Evidencia TFM) Se han de prever sesiones de consolidación en las que se lleven a cabo actividades que incluyan TIC, TAC y modelización. Por ejemplo, se tendría que destinar una sesión entera a trabajar la geometría plana con GeoGebra e intentar utilizar material TAC para que los alumnos puedan manipular físicamente las figuras planas y los cuerpos geométricos.			
4.2.	Analiza elementos cognitivos de la instrucción con dispositivos digitales		X	
	(Evidencias TFM) Para potenciar el desarrollo de las competencias de los alumnos, se modificaron algunas de las actividades que hacían uso del GeoGebra y que se habían diseñado durante el Prácticum II. Las actividades se enfocaron de forma que el alumno tomara decisiones y pudiera diseñar el			

	proceso de resolución él solo. En estas actividades, el proceso de resolución es abierto, no hay una solución única y cada actividad puede ser razonada y respondida de forma diferente argumentando siempre la solución.			
4.3.	Analiza procesos colaborativos en la clase de forma colaborativa		X	
	(Evidencia PII) Los alumnos calculan áreas y perímetros de figuras compuestas que observan en el entorno. Las fotografían y las suben al “Padlet” (una pizarra virtual en donde los alumnos pueden trabajar de forma colaborativa y guardar y compartir diferente contenido multimedia).			

C5. Analiza la idoneidad emocional y ecológica con medios digitales

	Evidencia ajustada a un indicador de C5	Asignación de Niveles		
		N1	N2	N3
5.1.	Desarrolla procesos implicativos, y consigue emocionar a los estudiantes con lo digital	X		
	Se realiza, mediante el programa Kahoot, un cuestionario online con respuesta única. Con él practican conceptos concretos y básicos de la unidad didáctica. Cada pregunta se proyecta en la pizarra digital y los alumnos, desde su teléfono móvil, seleccionan la respuesta que crean correcta. Fue una actividad que generó mucha expectación y que motivó mucho a los alumnos.			
5.2.	Analiza la dimensión ecológica de los procesos de instrucción	X		
	Para trabajar los puntos notables del triángulo se utilizó el GeoGebra. Fue una actividad que gustó mucho y motivó a los alumnos ya que la manipulación de herramientas tecnológicas que asocian la teoría con su representación gráfica les genera mucha curiosidad.			

C6. Conciencia ética en el uso de lo digital en el aula de matemática.

	Evidencia ajustada a un indicador de C6	Asignación de Niveles		
		N1	N2	N3

6.1.	Está familiarizado con normas de conducta en interacción en línea o virtuales y desarrolla estrategias para la identificación de las conductas inadecuadas			
	No se observan evidencias en el PII ni en el TFM.			
6.2.	Entiende cómo se aplican los derechos de autor y las licencias a la información y a los contenidos digitales			
	No se observan evidencias en el PII ni en el TFM.			
6.3.	Protege los dispositivos y comprende los riesgos y amenazas en red y los términos habituales de uso de los programas			
	No se observan evidencias en el PII ni en el TFM.			