



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2022/2023

Nº de proyecto: 92

La competencia digital en los docentes universitarios y su relación con la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas: evaluación y análisis para el diseño de un programa formativo de mejora

Responsable del Proyecto: Jesús Miguel Rodríguez Mantilla

Facultad de Educación

Departamento: Investigación y Psicología en Educación

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

La inevitable inmersión en el mundo de las TIC ha traído consigo el surgimiento de nuevas herramientas y estrategias pedagógicas, por lo que es cada vez más creciente el interés sobre el estudio del papel que juegan las TIC en los métodos de enseñanza y de cómo su uso promueve (o no) la colaboración interdisciplinaria entre diferentes áreas. En este proceso de inmersión, el fortalecimiento de competencias digitales es esencial en el ámbito educativo, donde contar con un profesorado digitalmente competente resulta necesario.

Así, partiendo de la necesidad y relevancia del desarrollo de las competencias digitales del profesorado en el ámbito de la Educación Superior, el **objetivo general** del presente proyecto es *“analizar el nivel de competencia digital de los docentes universitarios de Grado y Posgrado de la Facultad de Educación y su relación con la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en el aula, como base para el diseño de un programa de mejora a partir de las debilidades y fortalezas detectadas”*.

A su vez, este objetivo general se concreta en los siguientes objetivos específicos:

1. Identificar las principales competencias digitales que los docentes universitarios han de desarrollar, teniendo en cuenta el contexto educativo de la sociedad actual.
2. Identificar los elementos fundamentales que configuran el proceso de enseñanza-aprendizaje en Educación Superior.
3. Diseñar y aplicar un instrumento de recogida de datos que permita evaluar la competencia digital de los docentes y la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en el aula.
4. Evaluar y comparar el nivel de competencia digital de los docentes universitarios y la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas.
5. Analizar la relación entre el nivel de competencia digital de los docentes y variables ordinales contempladas en el estudio.
6. Elaborar una propuesta formativa de mejora en competencias digitales para los docentes de Grado.
7. Difundir los resultados a la comunidad educativa, tanto de la Facultad de Educación como de otros organismos educativos.

2. Objetivos alcanzados

A continuación, se describen los objetivos propuestos y alcanzados durante el presente curso académico (2022-23):

1. Se han logrado identificar las principales competencias digitales que los docentes universitarios han de desarrollar, teniendo en cuenta el contexto educativo de la sociedad actual. La consecución de este objetivo se ha traducido en:
 - La determinación y fundamentación teórica de las competencias digitales que, de acuerdo con una exhaustiva búsqueda bibliográfica, los docentes de Grado y Posgrado han de desarrollar y poner en práctica como garantía de una eficaz y eficiente práctica docente en el aula.

- La configuración de un sistema de dimensiones, subdimensiones e indicadores, a partir de la fundamentación teórica realizada, que permite clasificar y organizar las distintas competencias digitales.
2. Se han podido identificar los elementos fundamentales que configuran el proceso de enseñanza-aprendizaje en Educación Superior. Este objetivo se ha operativizado en:
 - El establecimiento a nivel teórico los principales elementos que configuran el proceso de enseñanza-aprendizaje a nivel universitario, mediante una exhaustiva y completa fundamentación bibliográfica.
 3. Se ha diseñado y aplicado un instrumento de recogida de datos que permite evaluar la competencia digital de los docentes y la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en el aula, a partir de las valoraciones de los docentes y estudiantes. Este objetivo se ha podido operativizar en:
 - La elaboración de un cuestionario sustentado en el sistema de dimensiones, subdimensiones e indicadores anteriormente configurados (con el fin de garantizar la validez de contenido del instrumento).
 - La aplicación de dicho cuestionario a docentes y estudiantes de la Facultad de Educación.
 4. Se ha evaluado y comparado el nivel de competencia digital de los docentes universitarios y la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Esto ha sido posible gracias a:
 - La realización de estudios descriptivos de los datos obtenidos a través de los cuestionarios que han permitido valorar el nivel de competencia digital de los profesores.
 - La realización de estudios diferenciales sobre el nivel competencial percibido y la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, en función de variables como: Docentes/Estudiantes, Titulación, Curso, Asignaturas, etc.
 5. Se ha analizado la relación entre el nivel de competencia digital de los docentes y variables de tipo ordinal contempladas en el estudio. Este objetivo se ha operativizado a través de:
 - La interpretación del coeficiente de correlación entre el nivel competencial de los profesores en el ámbito digital y variables como la edad, años de experiencia, la motivación, etc.
 6. Se ha elaborado una propuesta formativa de mejora en competencias digitales para los docentes. Este objetivo se ha alcanzado gracias a:
 - La identificación de puntos débiles y fuertes en las competencias digitales de los profesores en función de los resultados de los análisis anteriormente realizados.
 - El diseño de un programa de formación específico en competencias digitales para docentes, a partir de las debilidades encontradas.

7. Se han dado a conocer los resultados obtenidos en el proyecto a la comunidad educativa (especialmente al Departamento de Matemáticas de la Facultad de Educación). Este objetivo se ha alcanzado mediante:
- La elaboración de un informe final sintetizado que recoge los resultados obtenidos.
 - La incorporación de la memoria final en el repositorio digital E-Prints de la Biblioteca de la Universidad Complutense (BUC).

3. Metodología empleada en el proyecto

Acorde con los objetivos detallados anteriormente, se presenta de forma resumida el plan de trabajo que se ha llevado a cabo en el curso 2022-23, donde, si bien ha habido alguna modificación respecto al planteamiento inicial, esta no ha sido significativa en términos de resultados:

1ª FASE (SEPTIEMBRE - NOVIEMBRE DE 2022)

Se realizó un proceso de recopilación y búsqueda de literatura especializada y estudios actuales para la identificación de las principales competencias digitales en docentes universitarios y la identificación de los principales elementos que configuran el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje en Educación Superior.

2ª FASE (DICIEMBRE DE 2022 – ENERO DE 2023)

Se procedió a la configuración del sistema de dimensiones, subdimensiones e indicadores que permita clasificar y organizar las competencias digitales que serviría como base para el diseño y elaboración del instrumento de recogida de datos (cuestionario en formato papel) para ser aplicado a docentes y estudiantes.

3ª FASE (FEBRERO DE 2023)

Se realizaron las gestiones referidas a la solicitud de permisos (para la aplicación de los cuestionarios) al Comité de Ética de Investigación de la UCM.

4ª FASE (ABRIL-MAYO DE 2023)

Una vez recibidos los permisos del mencionado Comité, se procedió a la Aplicación del cuestionario a docentes y estudiantes.

5ª FASE (JUNIO DE 2023)

Se realizaron los análisis descriptivos, diferenciales y correlacionales de los resultados obtenidos, elaborando unos informes preliminares sobre los resultados obtenidos en la evaluación.

6ª FASE (JUNIO-JULIO DE 2023)

A partir de las necesidades detectadas, se llevó a cabo el diseño y configuración de una propuesta formativa sobre competencias digitales para docentes.

7ª FASE (JUNIO-JULIO DE 2023)

Se elaboró y se entregó un informe final sobre los resultados al Departamento de Matemáticas de la Facultad de Educación. Igualmente, se procedió a la redacción de la memoria final del proyecto y alojamiento digital en el repositorio E-prints de la UCM.

4. Recursos humanos

La consecución de los objetivos (general y específicos) del proyecto ha sido posible gracias a la colaboración y participación de todos los miembros del equipo: docentes de diferentes áreas de conocimiento y Departamentos (Didáctica de las Matemáticas, Métodos de Investigación y diagnóstico en Educación, Psicología de la Educación y Estudios Educativos; que son expertos en evaluación, así como en el diseño de instrumentos de medida y en el análisis de datos), Personal de Administración y Servicios y estudiantes de doctorado (personal investigador en formación con FPU y FPI).

El proceso de identificación de las competencias objeto de evaluación ha sido posible gracias al hecho de que parte de los miembros del equipo han impartido asignaturas de Matemáticas (dentro y fuera de la UCM). Para ello, el proceso de búsqueda bibliográfica sobre el tema de estudio ha sido fundamental, donde incluso han participado de manera eficaz las estudiantes de doctorado

Por otro lado, la participación de todos los miembros del proyecto ha sido clave para la configuración de la base de datos, a partir de las valoraciones emitidas por docentes y estudiantes, así como el trabajo realizado por los miembros del Grupo de Investigación “Calidad y Evaluación de Instituciones Educativas” -CEIE Ref. 940418- y que pertenecen al Área Departamental de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación que se han encargado de los análisis de datos.

Por último, la experiencia de ciertos miembros del equipo y de las propias estudiantes de doctorado en el ámbito de los planes de formación ha permitido el diseño y configuración de la propuesta formativa a partir de las debilidades detectadas en los análisis de datos anteriormente mencionados.

5. Desarrollo de las actividades

5.1 Configuración del sistema de dimensiones subdimensiones e indicadores

El proceso búsqueda bibliográfica y la fundamentación teórica que se realizó en las primeras fases del proyecto sobre el constructo a evaluar sirvió de base para la configuración del sistema de indicadores (ver Anexo 1). Para la recolección de los datos se aplicó un instrumento a docentes y estudiantes a partir de los diseñados por Gazca Herrera et al. (2020), Cabero Almenara et al. (2020). Revelo-Rosero et al. (2019), Pozos y Tejada (2018), Martín Rodríguez et al. (2016), Tourón et al. (2018), entre otros. Así, dicho instrumento quedó configurado por un total de 46 ítems (para docentes, mientras que el instrumento para estudiantes consta de 27 ítems) con respuesta de tipo Likert de 5 grados (donde 1=*Nada/Nunca* y 5=*Mucho/Siempre*, si bien la escala se reconvirtió a 0-4, una vez aplicados los cuestionarios, para facilitar la interpretación de los resultados).

5.2 Análisis estadístico de los datos obtenidos

5.2.1 Descripción de la muestra final de participantes

La muestra estuvo compuesta por un total de 371 personas, de las cuáles el 3% eran docentes (n=11) y el 97% restante eran estudiantes de las diferentes titulaciones de grado y doble grado impartidas en la Facultad de Educación (n=360). En este sentido, como

puede verse en el Anexo 2, el 37,8% de los alumnos cursaba el grado de Educación Infantil (EI), el 2,4% el de Primaria (EP), el 19,5% el doble grado de EI-EP, el 17,1% el grado de Pedagogía (PED), el 15,6% el doble grado de EI-PED y el 7,5% el doble grado de EP-PED. El 50% de los estudiantes de la muestra estaban matriculados en 3^{er} curso, el 31,74% en 2^o, el 17,13% en primero y tan solo el 0,56% en 4^o y 5^o curso de sus titulaciones. La descripción pormenorizada de la muestra se indica en el Anexo 2

5.2.2 Estudios descriptivos

Docentes

El cuestionario aplicado a los 11 profesores consta de 46 ítems que fueron respondidos mediante una escala Likert de 0-4 puntos (puntuación máxima=184). Los resultados de los análisis descriptivos muestran que los docentes participantes consideran que poseen una competencia digital media-alta en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, con una media de 119,18 puntos sobre un máximo de 184 ($As=0,344$) y una respuesta bastante homogénea ($DT = 26,24$). De forma más detallada, en el Anexo 3 se recogen los resultados descriptivos de cada uno de los ítems del cuestionario, de manera que puede verse que los docentes de matemáticas se declaran muy poco competentes en lo referente al *Uso las redes sociales para compartir información y contenidos educativos sobre matemáticas* (ítem 11), al *Uso robots para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas* (ítem 26) y al *Uso herramientas para producir códigos QR para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas* (ítem 33), todos ellos con medias inferiores a 1 punto.

Estudiantes

En el caso de los 360 estudiantes, el instrumento empleado consta de 27 ítems que fueron respondidos en la misma escala (puntuación máxima=108). Los resultados obtenidos se muestran con detalle en el Anexo 4, encontrando que los alumnos manifiestan que sus profesores tienen un nivel bajo en *el uso de las redes sociales para compartir información y contenidos educativos sobre matemáticas* (ítem 11), con un promedio de 0,81 sobre 4. Los estudiantes manifiestan que sus docentes tienen un uso bajo de *robots* (ítem 26), *calculadoras* (ítem 27), *software para hojas de cálculo* (ítem 29) y *herramientas de producción de códigos QR* (ítem 33) para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (con promedios que oscilan entre 0,92 y 1,42). Se encuentran también niveles bajos en *el uso de recursos digitales para gamificar* los procesos de enseñanza y aprendizaje, con un promedio de 1,55 sobre 4.

5.2.3 Estudios diferenciales

En los estudios diferenciales se continuó tomando el conjunto de los ítems del instrumento para analizar si existen diferencias significativas en función de las variables sociodemográficas, destacando aquellas más relevantes. En este sentido, se hace uso de las siguientes pruebas: "t" de Student y ANOVA de un factor, ambas para grupos independientes, en función de las categorías de respuesta. Así pues, se establece un intervalo de confianza del 95%, trabajando con un 5% de nivel de significación ($\text{Alpha} = 0,05$; $p < 0,05$).

Los resultados revelan diferencias en función del *Rol*, sobre el *uso de dispositivos físicos para almacenar y organizar archivos* ($0,013$; $p < 0,05$), el *uso de servicios de almacenamiento en la nube* ($0,025$; $p < 0,05$), el *dominio de plataformas de comunicación*

online (0,011; $p < 0,05$) y el *uso de software para presentaciones multimedia* (0,00; $p < 0,05$) para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, siendo en los docentes los que presenta puntuaciones más altas. Los estudios completos se muestran en el Anexo 5.

En cuanto al *Género* en la muestra de docentes, las mujeres presentan niveles significativamente más altos en el *dominio de MOODLE como plataforma para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas* (0,024; $p < 0,05$) y el *dominio del uso de gestores bibliográficos* (0,04; $p < 0,05$).

5.2.4 Estudios correlacionales

Docentes

En el caso de los docentes, se encontró una pequeña relación lineal negativa entre su edad y la competencia digital que percibieron en sí mismos ($r_{xy} = -0,296$), aunque no resultó ser estadísticamente significativa. Si se tienen en cuenta los años de experiencia docente, la relación es inexistente ($r_{xy} = 0,032$). Sin embargo, la competencia digital global autopercebida por los docentes sí alcanzó una relación muy alta y positiva con la importancia que le otorgaron al uso de recursos tecnológicos en el aula para mejorar tanto la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas ($r_{xy} = 0,883$; $p < 0,001$), como la motivación de los estudiantes ($r_{xy} = 0,846$; $p < 0,001$).

Estudiantes

Por su parte, los estudiantes de mayor edad percibieron mayor competencia digital en sus profesores que los más jóvenes, con un coeficiente de correlación de Pearson significativo, aunque de escasa magnitud ($r_{xy} = 0,148$; $p = 0,016$). En la misma línea, los estudiantes de los cursos más altos percibieron una mayor competencia digital global en sus profesores de matemáticas ($r_{xy} = 0,383$; $p < 0,001$) que los de cursos iniciales. También fueron moderadas las relaciones encontradas entre la competencia digital global percibida por los alumnos en sus docentes de Matemáticas, y la importancia que otorgaban al uso de recursos tecnológicos en el aula para mejorar, tanto su aprendizaje de las matemáticas ($r_{xy} = 0,375$; $p < 0,001$), como su motivación ante la asignatura ($r_{xy} = 0,383$; $p < 0,001$). Así mismo, los alumnos de los cursos más altos consideraron más importante el empleo de recursos tecnológicos en el aula, tanto para la mejora del aprendizaje ($r_{xy} = 0,163$; $p = 0,002$), como para la de la motivación por la asignatura ($r_{xy} = 0,205$; $p < 0,001$).

Cabe señalar que no se encontraron correlaciones significativas con el resto de variables de tipo ordinal contempladas en el estudio.

5.3 **Propuestas formativas**

A partir de las principales debilidades encontradas (puntuaciones en los ítems menores de 1,6), se han diseñado las siguientes propuestas formativas para el fomento de competencias digitales del profesorado de matemáticas, cuyo desarrollo detallado se exponen en el Anexo 6.

MÓDULO 1: Comunicación y colaboración

Objetivos específicos:

- Utilizar herramientas para el aprendizaje compartido o colaborativo (blogs, wikis, etc.) en la enseñanza de las matemáticas.
- Usar redes sociales (Facebook, Twitter, etc.) para compartir información y contenidos educativos sobre matemáticas.

MÓDULO 2: Uso de dispositivos y herramientas digitales

Objetivos específicos:

- Dominar el uso de gestores bibliográficos (Mendeley, Zotero, RefWorks, etc.).
- Usar robots para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas (Blue Bot, Robot Mouse, Pro-Bot, etc.).
- Usar calculadoras para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

MÓDULO 3: Creación de contenido

Objetivos específicos:

- Utilizar software para hojas de cálculo aplicando fórmulas y formatos.
- Usar MOODLE para elaborar pruebas de evaluación.
- Utilizar herramientas para producir códigos QR para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.
- Usar recursos digitales para gamificar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas (Kahoot, Socrative, EdPuzzle, etc.).

6. Anexos

Anexo 1. Sistema de indicadores de competencias digitales

Dimensiones	Indicadores
Gestión de la Información y alfabetización informacional	Identificación y localización de información digital
	Almacenamiento de información digital
Comunicación y colaboración	Uso de entornos virtuales para comunicaciones
	Interacción y participación en comunidades y redes
Ciudadanía digital	Respeto de derechos de autor
	Identidad digital
	Actitudes y practicas éticas en la red
Uso de dispositivos y herramientas digitales	Uso de dispositivos móviles
	Uso de dispositivos periféricos
	Uso de software /hardware especializado
Creación de contenido	Elaboración de recursos de información digital
	Creación y manipulación de contenido multimedia
Resolución de problemas	Didácticos
	Seguridad y mantenimiento de dispositivos
Formación Profesional docente	Actualización
	Adaptación a nuevas situaciones y entornos tecnológicos
Actitud hacia el uso de recursos digitales	En la enseñanza de las matemáticas
	Como elemento para motivar a los estudiantes

Anexo 2. Descripción complementaria de la muestra de estudio

Distribución de los estudiantes de la muestra en función de la titulación cursada y otros

Titulación	Frecuencia	Porcentaje
Maestro en Educación Infantil	126	37,8%
Maestro en Educación Primaria	8	2,4%
Doble Grado Infantil-Primaria	65	19,5%
Doble Grado Infantil-Pedagogía	52	15,6%
Doble Grado Primaria-Pedagogía	25	7,5%
Pedagogía	57	17,1%

La edad de los estudiantes participantes estuvo comprendida entre los 18 y los 32 años, mientras que la de los docentes abarcó un rango entre los 35 y los 69 años. Dichos docentes, llevaban entre 1 y 38 años vinculados con la Facultad de Educación y contaban con entre 3 y 44 años de experiencia docente.

El 54.5% de los docentes eran profesores asociados, el 27,3% eran profesores contratados doctores y el 18.2% restante, eran profesores titulares de Universidad, todos ellos pertenecientes al área de didáctica de las matemáticas (ver Tabla 2). De ellos, seis tenían un doctorado (54.5%), tres habían cursado algún Máster (27.3%), uno era licenciado (9.1%) y el otro poseía un título de grado (9.1%).

Categoría profesional del docente

Tipo	Frecuencia	Porcentaje
Asociado	6	54,5%
Contratado Doctor	3	27,3%
Titular	2	18,2%

Por último, un 7.3% de los sujetos de la muestra fueron de género masculino, un 91.9% de género femenino y un 0.5% se identificaron con un género no binario.

Anexo 3. Análisis descriptivos de la muestra de docentes

El análisis de su fiabilidad arrojó un coeficiente alfa de Cronbach de 0,934 y un omega de McDonald de 0,944, lo que indica que el instrumento utilizado posee una elevada consistencia interna.

Los docentes destacan especialmente su grado de competencia en lo relativo al *Uso de servicios de almacenamiento en la nube para almacenar y organizar archivos* (ítem 7), al *Respeto de los derechos de propiedad intelectual de las obras digitales de otros autores* (ítem 12) y al *Uso el ordenador en mis clases como recurso en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas* (Ítem 17), todos con promedios de 3,82 en una escala máxima de 4 puntos y con respuestas bastante homogéneas con una desviación típica de tan solo 0,4 puntos.

Descriptivos por ítem de las Competencias Digitales del profesorado de matemáticas (resultados profesorado)

Considero que como docente...	Media	DT
1. Realizo búsquedas estructuradas (utilizando filtros, operadores de búsqueda, etc.) para localizar información en Internet.	3,27	0,9
2. Utilizo canales específicos (YouTube, Vimeo, etc.) para la selección de vídeos didácticos para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.	3	1,1
3. Uso criterios para evaluar la fiabilidad de las fuentes de información, contenidos digitales, etc.	3,36	0,7
4. Utilizo bases de datos disponibles en Internet (del Instituto Nacional de Estadística, del Instituto Nacional de Evaluación Educativa, etc.) para mis actividades de investigación.	2,36	1,8
5. Consulto bases de datos de revistas académicas/científicas (SCOPUS, SCIELO, JCR o REDALYC) para mis actividades de investigación.	2,64	1,4
6. Utilizo DISPOSITIVOS FÍSICOS (discos duros, memorias USB, etc.) para almacenar y organizar archivos.	3,18	1,3
7. Utilizo SERVICIOS DE ALMACENAMIENTO EN LA NUBE (GoogleDrive, OneDrive, iCloud, etc.) para almacenar y organizar archivos.	3,82	0,4
8. Domino el uso de plataformas de comunicación online (Skype, Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, etc.).	3,55	0,7
9. Domino el uso de MOODLE como plataforma para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en el aula.	3,09	0,7
10. Utilizo herramientas para el aprendizaje compartido o colaborativo (blogs, wikis, etc.) en la enseñanza de las matemáticas.	1,18	1,5
11. Uso redes sociales (Facebook, Twitter, etc.) para compartir información y contenidos educativos sobre matemáticas.	0,45	1,2
12. Respeto los derechos de propiedad intelectual de las obras digitales de otros autores (de artículos de revista, libros, etc.)..	3,82	0,4

13. Domino el uso herramientas para detectar el plagio en los documentos (Turnitin, Paper Rater, Viper, Plagium, DetectGPT, etc.).	2,45	1,2
14. Utilizo herramientas para el diseño de mi perfil digital académico (ResearchGate, Google Academic, ORCID, etc.).	2,55	1,6
15. Comprendo los riesgos de la utilización de medios digitales (herramientas y servicios).	3,09	0,8
16. Demuestro comprensión y respeto por las opiniones que hacen las personas en Internet (blogs, foros, redes sociales, entre otros).	3,45	1
17. Utilizo el ordenador en mis clases como recurso en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.	3,82	0,4
18. Uso dispositivos móviles (smartphones, tablets, etc.) como medios para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.	2,55	1,1
19. Sé identificar los diversos puertos de entrada y salida de un ordenador/portátil (HDMI, USB, etc.).	3,64	0,5
20. Sé configurar dispositivos periféricos del ordenador (proyectores, impresoras, audio, micro, etc.).	2,91	0,9
21. Domino el uso de la pizarra digital para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.	2,18	1,5
22. Domino el uso de gestores bibliográficos (Mendeley, Zotero, RefWorks, etc.).	1,27	1,3
23. Domino el uso de software para análisis estadísticos (SPSS, Minitab, R, Excel, etc.).	2,36	1,5
24. Uso software diseñado para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas (GeoGebra, Cabri, Maxima, Derive, etc.).	2,45	1,2
25. Uso lenguajes de programación para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas (Scratch, Logo, etc.).	1,82	1,8
26. Uso robots para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas (Blue Bot, Robot Mouse, Pro-Bot, etc.).	0,73	1,3
27. Uso calculadoras para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.	1,64	1,5
28. Utilizo contenidos multimedia (vídeos, audios, etc.) para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.	3,18	1,1
29. Utilizo software para hojas de cálculo aplicando fórmulas y formatos.	3,18	1,1
30. Utilizo software para presentaciones multimedia (Power Point, Prezi, etc.) para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.	3,64	1,2
31. Uso MOODLE para elaborar pruebas de evaluación.	1,55	1,5
32. Elaboro herramientas digitales (como infografías, gráficos interactivos, mapas conceptuales, etc.) para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.	2,36	1,6
33. Utilizo herramientas para producir códigos QR para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.	1,82	1,3
34. Uso recursos digitales para gamificar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas (Kahoot, Socrative, EdPuzzle, etc.).	1,45	1,4
35. Creo y edito contenido multimedia (vídeos, audios, etc.) para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.	2,45	1,2
36. Soy capaz de diseñar, crear o modificar una página web (Wiki, Site, etc.).	2,27	1,2
37. Soy capaz de evaluar de forma crítica la efectividad de las herramientas/dispositivos digitales en el aula.	2,73	0,9
38. Soy capaz de solucionar problemas técnicos derivados de la utilización de dispositivos digitales en el aula.	2,64	0,9
39. Sé realizar tareas de desfragmentación o formateo de discos duros.	2,27	1,4
40. Sé realizar tareas de instalación de sistemas y programas en el ordenador/dispositivo móvil.	2,82	1,1
41. Sé realizar tareas de mantenimiento actualizado de los drivers del equipo informático.	2,18	1,5
42. Protejo mis dispositivos y contenidos digitales con antivirus, Adware, etc.	2,91	1
43. Me actualizo de forma permanente para incorporar tecnología en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.	2,64	1,3
44. Soy capaz de adaptarme a nuevas situaciones y entornos tecnológicos.	3,09	1
45. El uso de recursos tecnológicos en el aula mejora el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.	3,09	0,9

46. El uso de recursos tecnológicos aumenta la motivación de los estudiantes en las clases de matemáticas.	3,27	0,8
--	------	-----

Por su parte, los ítems situados en niveles medios de competencia digital, con puntuaciones promedio cercanas a los 2 puntos, serían el ítem 21 (*Domino el uso de la pizarra digital para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas*), el ítem 41 (*Sé realizar tareas de mantenimiento actualizado de los drivers del equipo informático*) y el ítem 25 (*Uso lenguajes de programación para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas*), aunque muestran bastante heterogeneidad en sus respuestas con desviaciones típicas entre 1,47 y 1,83 puntos.

Por último, y dada su especial relevancia en el tema que nos ocupa, el estudio de la distribución de los porcentajes de respuesta para los ítems 45 y 46, mostró que el 45.5% de los docentes encuestados considera que el uso de los recursos tecnológicos en el aula mejora mucho tanto el proceso de enseñanza-aprendizaje como la motivación de los estudiantes en el estudio de las matemáticas.

Relevancia del uso de recursos tecnológicos en la docencia de las Matemáticas (resultados profesorado en porcentaje de respuestas)

ÍTEM	Nada					Mucho				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
45. Opino que el uso de recursos tecnológicos en el aula mejora el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.	-	-	36,40%	18,20%	45,50%					
46. Opino que el uso de recursos tecnológicos aumenta la motivación de los estudiantes en las clases de matemáticas.	-	-	18,20%	36,40%	45,50%					

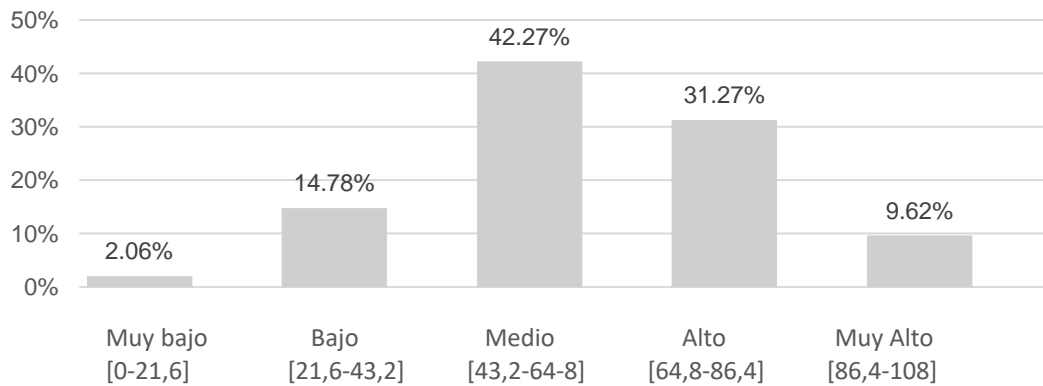
Anexo 4. Análisis descriptivos de la muestra de estudiantes

En esta ocasión, el análisis de su fiabilidad arrojó un coeficiente alfa de Cronbach de 0,892 y un omega de McDonald de 0,896.

Los resultados obtenidos muestran que, en general, el estudiantado percibe un nivel *medio* de *Competencia digital* en su profesorado de Matemáticas, con un promedio de 60,5 y una desviación típica de 18,6 en una escala de 0 a 108.

Al analizar detalladamente estos niveles de competencia docente, se observa que el 42,27% de los estudiantes perciben niveles medios en ellos, el 31,27% niveles altos, mientras que el 14,78% percibe niveles bajos. Si atendemos a los extremos, el 9,62% de la muestra de estudiantes señalan que sus docentes poseen un nivel muy alto de competencia digital, mientras que el 2,06%, les conceden un nivel muy bajo.

Niveles de competencia digital docente percibida por los estudiantes



Así, los estudiantes destacan niveles muy altos en el *uso del ordenador* (ítem 17), de *software para presentaciones multimedia* (ítem 30), de *recursos tecnológicos* (ítem 45) y de *la pizarra digital* (ítem 21) en las clases de matemáticas, con promedios de 3,72, 3,35, 3,33 y 3,22 sobre 4, respectivamente. En la misma línea, los estudiantes manifiestan un nivel alto del profesorado en *el uso de servicios de almacenamiento en la nube para la organización de archivos* (ítem 7), con un promedio de 3,05 sobre 4.

Se pueden observar los resultados descriptivos de cada uno de los ítems, analizando los puntos fuertes y débiles percibidos por el alumnado sobre las competencias digitales de su profesorado de matemáticas. Así, los estudiantes destacan niveles muy altos en el *uso del ordenador* (ítem 17), de *software para presentaciones multimedia* (ítem 30), de *recursos tecnológicos* (ítem 45) y de *la pizarra digital* (ítem 21) en las clases de matemáticas, con promedios de 3,72, 3,35, 3,33 y 3,22 sobre 4, respectivamente. En la misma línea, los estudiantes manifiestan un nivel alto del profesorado en *el uso de servicios de almacenamiento en la nube para la organización de archivos* (ítem 7), con un promedio de 3,05 sobre 4.

Se encontraron valoraciones de nivel medio (con promedios entre 1,71 y 2,17) en la *utilización de dispositivos físicos para almacenar y organizar archivos*, *el dominio de herramientas para la detección del plagio*, *el uso de dispositivos móviles*, *el dominio de software para análisis estadísticos*, *el uso de software específicos en la enseñanza de las matemáticas (GeoGebra, Cabri...)*, *el uso de lenguajes de programación*, *el empleo de moodle para el desarrollo de pruebas de evaluación*, *la elaboración de herramientas digitales y la creación y edición de contenidos multimedia para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas* (ítems 6, 13, 18, 23, 24, 25, 31, 32 y 35, respectivamente).

Sin embargo, se aprecian resultados con valoraciones de nivel bajo en *el uso de las redes sociales para compartir información y contenidos educativos sobre matemáticas* (ítem 11), con un promedio de 0,81 sobre 4. Los estudiantes manifiestan un uso bajo de *robots* (ítem 26), *calculadoras* (ítem 27), *software para hojas de cálculo* (ítem 29) y *herramientas de producción de códigos QR* (ítem 33) para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (con promedios que oscilan entre 0,92 y 1,42). Se encuentran también niveles bajos en *el uso de recursos digitales para gamificar los procesos de enseñanza y aprendizaje*, con un promedio de 1,55 sobre 4.

Competencias digitales del profesorado de matemáticas (resultados estudiantes)

Mi profesor/a...	Media	DT
2. Utiliza canales específicos (YouTube, Vimeo, etc.) para la selección de vídeos didácticos para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.	2,48	1,31
6. Utiliza DISPOSITIVOS FÍSICOS (discos duros, memorias USB, etc.) para almacenar y organizar archivos.	2,07	1,45
7. Utiliza SERVICIOS DE ALMACENAMIENTO EN LA NUBE (GoogleDrive, OneDrive, iCloud, etc.) para almacenar y organizar archivos.	3,05	1,13
8. Domina el uso de plataformas de comunicación online (Skype, Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, etc.).	2,44	1,43
9. Domina el uso de MOODLE como plataforma para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en el aula.	3,07	1,32
10. Utiliza herramientas para el aprendizaje compartido o colaborativo (blogs, wikis, etc.) en la enseñanza de las matemáticas.	2,45	1,43
11. Usa redes sociales (Facebook, Twitter, etc.) para compartir información y contenidos educativos sobre matemáticas.	0,81	1,17
13. Domina el uso herramientas para detectar el plagio en los documentos (Turnitin, Paper Rater, Viper, Plagium, DetectGPT, etc.).	1,76	1,38
17. Utiliza el ordenador en mis clases como recurso en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.	3,72	0,63
18. Usa dispositivos móviles (smartphones, tablets, etc.) como medios para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.	2,17	1,54
21. Domina el uso de la pizarra digital para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.	3,22	1,13
23. Domina el uso de software para análisis estadísticos (SPSS, Minitab, R, Excel, etc.).	2,08	1,40
24. Usa software diseñado para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas (GeoGebra, Cabri, Maxima, Derive, etc.).	2,04	1,51
25. Usa lenguajes de programación para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas (Scrath, Logo, etc.).	1,71	1,52
26. Usa robots para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas (Blue Bot, Robot Mouse, Pro-Bot, etc.).	1,24	1,54
27. Usa calculadoras para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.	1,42	1,45
28. Utiliza contenidos multimedia (vídeos, audios, etc.) para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.	3,09	1,18
29. Utiliza software para hojas de cálculo aplicando fórmulas y formatos.	1,41	1,39
30. Utiliza software para presentaciones multimedia (Power Point, Prezi, etc.) para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.	3,35	1,05
31. Usa MOODLE para elaborar pruebas de evaluación.	2,14	1,67
32. Elabora herramientas digitales (como infografías, gráficos interactivos, mapas conceptuales, etc.) para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.	2,08	1,39
33. Utiliza herramientas para producir códigos QR para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.	0,92	1,25
34. Usa recursos digitales para gamificar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas (Kahoot, Socrative, EdPuzzle, etc.).	1,55	1,52
35. Crea y edita contenido multimedia (vídeos, audios, etc.) para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.	1,83	1,48
38. Es capaz de solucionar problemas técnicos derivados de la utilización de dispositivos digitales en el aula.	2,52	1,27
45. Opino que el uso de recursos tecnológicos en el aula mejora el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.	3,33	0,89
46. Opino que el uso de recursos tecnológicos aumenta la motivación de los estudiantes en las clases de matemáticas.	3,16	1,03

En términos generales, los estudiantes presentan una heterogeneidad media en las respuestas de la mayoría de los ítems sobre las competencias digitales en la enseñanza de matemáticas. Sin embargo, algunos ítems centrados en el *uso de dispositivos móviles*

(ítem 18), *software para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas* (ítem 24), *lenguajes de programación* (ítem 25), *robots* (ítem 26), *MOODLE para la elaboración de pruebas de evaluación* (ítem 31) y *el uso de recursos digitales para gamificar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas* (ítem 34) por parte del profesorado, presentan una heterogeneidad muy alta (desviaciones típicas entre 1,52 y 1,67). Por el contrario, en los ítems 17 y 45 se observa una homogeneidad media en relación con el *uso del ordenador como recurso* por parte del profesorado (0,63) y el *uso de recursos tecnológicos en el aula como parte de la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas* (0,89).

Como podemos observar en la siguiente tabla, un elevado porcentaje de los estudiantes consultados consideraron que el uso de recursos tecnológicos en el aprendizaje de las Matemáticas (53.9%) y en la mejora de su motivación hacia esas asignaturas (48.6%), es de mucha importancia. Por el contrario, existe un pequeño grupo de ellos que no les concede ningún (1.4% y 3.3%) o escaso efecto (2.5% y 3.3%).

Relevancia del uso de recursos tecnológicos en el aprendizaje de las Matemáticas (resultados estudiantes en porcentaje de respuestas)

ÍTEM	Nada			Mucho	
	0	1	2	3	4
45. Opino que el uso de recursos tecnológicos en el aula mejora el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.	1,40%	2,50%	12,20%	29,70%	53,90%
46. Opino que el uso de recursos tecnológicos aumenta la motivación de los estudiantes en las clases de matemáticas.	3,30%	3,30%	16,40%	28,10%	48,60%

Anexo 5. Estudios diferenciales

Se obtienen diferencias significativas en *el uso de herramientas para el aprendizaje compartido o colaborativo* (0,004; $p < 0,05$) y *el dominio del uso de la pizarra digital* (0,003; $p < 0,05$) del profesorado de matemáticas, ambos aspectos mejor valorados por los estudiantes.

En la muestra de estudiantes, son los hombres los que muestran puntuaciones más altas y significativas en *el uso de dispositivos físicos por parte del profesorado de matemáticas para almacenar y organizar archivos* (0,003; $p < 0,05$) y *el uso de software para análisis estadísticos* (0,025; $p < 0,05$).

En función del *Curso*, se observan diferencias entre los primeros cursos con respecto al resto, para ello, se decide establecer dos grupos que agrupen, por un lado, las categorías de 1º y 2º curso y, por otro, 3º, 4º y 5º curso, siendo en la mayoría el grupo de 3º curso y más los que obtiene puntuaciones más altas, salvo en el uso de software diseñado para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas (ítem 24) y en el empleo de calculadoras (ítem 27).

De igual modo, con respecto a las variables *Grado y Asignaturas*, se observan diferencias significativas en la mayoría de los ítems del cuestionario, destacando resultados más altos en los grados de Educación Infantil y Educación Primaria con respecto al resto y puntuaciones más altas en la materia Desarrollo del Pensamiento Lógico Matemático y su Didáctica I en relación con el Desarrollo del Pensamiento Lógico Matemático y su Didáctica II. Por último, se encuentran resultados más altos en los ítems referidos al uso

de redes sociales, dispositivos móviles, robots, contenidos multimedia, recursos de gamificación y creación y edición de contenidos para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en la asignatura Juegos para la Enseñanza de la Geometría y la Medida en relación con el resto.

Anexo 6. Desarrollo de la propuesta formativa

MÓDULO 1: Comunicación y colaboración

1.1. Contenidos:

- Introducción a la comunicación y colaboración en el ámbito educativo (comunicación efectiva, ambiente de aprendizaje enriquecedor).
- Herramientas para el aprendizaje compartido y colaborativo en la enseñanza de las matemáticas.
- Creación y gestión de blogs o wikis para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.
- Estrategias para fomentar la participación y colaboración de los estudiantes a través de herramientas digitales (foros de discusión en línea, blogs colaborativos, proyectos colaborativos en línea, herramientas de colaboración en tiempo real - Google Drive, Teams, Wikis colaborativas, Slack, Miro, etc.-).
- Identificación y análisis pedagógico de las cuentas de redes sociales más influyentes sobre la enseñanza de las matemáticas y su aplicabilidad en el aula.
- Creación de una comunidad educativa entre el profesorado y estudiantado de matemáticas para el intercambio de conocimientos sobre los conceptos de la asignatura.
- Uso y manejo de las redes sociales (accesibilidad, privacidad, riesgo, posibilidades pedagógicas, como hilos de twitter, stories, reels, TikTok, etc.).

1.2. Objetivos específicos:

- Utilizar herramientas para el aprendizaje compartido o colaborativo (blogs, wikis, etc.) en la enseñanza de las matemáticas.
- Usar redes sociales (Facebook, Twitter, etc.) para compartir información y contenidos educativos sobre matemáticas.

MÓDULO 2: Uso de dispositivos y herramientas digitales

2.1. Contenidos:

- Introducción al uso de dispositivos y herramientas digitales en la enseñanza de las matemáticas (enfoques y estrategias de materiales didácticos efectivos, adaptación a las características específicas del estudiantado).
- Gestión de referencias bibliográficas con herramientas como Mendeley, Zotero y RefWorks (importar y organizar las referencias, generar citas y bibliografía de manera automatizada, destacar las ventajas de estas herramientas para tener una biblioteca digital ordenada y colaborativa, etc.).
- Conceptos básicos de programación y robótica para su uso en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (lenguaje C, ensambladores, arduino, etc.).
- Beneficios y limitaciones de la utilización de robots en el aprendizaje de las matemáticas.
- Actividades prácticas con robots educativos para desarrollar habilidades matemáticas

- Estrategias para integrar dispositivos y herramientas digitales de manera efectiva en el aula de matemáticas (calculadora, tablet, ordenador, móvil, etc.).

2.2. Objetivos específicos:

- Dominar el uso de gestores bibliográficos (Mendeley, Zotero, RefWorks, etc.).
- Usar robots para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas (Blue Bot, Robot Mouse, Pro-Bot, etc.).
- Usar calculadoras para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

MÓDULO 3: Creación de contenido

3.1. Contenidos

- Introducción a la creación de contenido didáctico en matemáticas (enfoques y estrategias para diseñar materiales educativos efectivos).
- Herramientas digitales para el desarrollo de hojas de cálculo en matemáticas: Microsoft Excel, Google Sheets (funcionalidades básicas de estas herramientas, como la creación de tablas, introducción de fórmulas y el formato de datos). Ejemplos prácticos para la utilización de estas herramientas para organizar y analizar datos numéricos en el contexto matemático.
- Fórmulas y funciones avanzadas en software de hojas de cálculo para resolver problemas matemáticos: SUMA, PROMEDIO, POTENCIA, SI, CONTAR.SI, SUMAR.SI (explicación del propósito y la sintaxis de estas funciones, utilización para resolver problemas matemáticos específicos). Ejemplos prácticos y beneficios de estas herramientas para agilizar y automatizar cálculos matemáticos.
- Utilización de MOODLE como plataforma de aprendizaje para crear y administrar pruebas de evaluación en matemáticas, como tests, cuestionarios, exámenes de respuesta abierta, etc.
- Diseño, generación e incorporación en materiales educativos de códigos QR para la enseñanza y el aprendizaje de conceptos matemáticos
- Técnicas de gamificación de las matemáticas con recursos digitales (Kahoot, Socrative, EdPuzzle, Quizizz, Genially, Plickers, etc.).

3.2. Objetivos específicos:

- Utilizar software para hojas de cálculo aplicando fórmulas y formatos.
- Usar MOODLE para elaborar pruebas de evaluación.
- Utilizar herramientas para producir códigos QR para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.
- Usar recursos digitales para gamificar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas (Kahoot, Socrative, EdPuzzle, etc.).

TEMPORALIZACIÓN:

La formación se desarrollará en 20 horas distribuidas en un total de 20 semanas. Cada sesión durará una hora y se centrará en uno de los 19 contenidos anteriormente descritos. La última semana estaría dirigida a la evaluación de la formación, profundización y resolución de dudas.

RECURSOS:

Personales:

- Personal especializado en la materia.

Espaciales:

- Espacio físico adecuado para la comunicación y colaboración en el aula.

- Conexión a internet.

Materiales:

- Dispositivos electrónicos (ordenador, tablet, smartphone) con conexión a internet.

Digitales:

- Cuenta de Google, Twitter, Instagram, TikTok, etc.
- Herramientas digitales para el aprendizaje compartido y colaborativo, como blogs o wikis. Pueden utilizarse plataformas en línea como WordPress, Blogger o Google Sites.
- Acceso a herramientas de colaboración en tiempo real, como Google Drive, Microsoft Teams, Slack o Miro.
- Acceso a cuentas de redes sociales relevantes en el ámbito educativo de las matemáticas.
- Software de hojas de cálculo como Microsoft Excel y Google Sheets.
- Robots educativos como Blue Bot, Robot Mouse, Pro-Bot, entre otros.
- Recursos en línea para aprender conceptos básicos de programación y robótica en matemáticas, como tutoriales, recursos en línea y documentación.
- Calculadoras para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.
- Acceso a gestores bibliográficos como Mendeley, Zotero y RefWorks.
- Robots educativos para utilizar en el aula de matemáticas.
- Plataforma MOODLE para crear y administrar pruebas de evaluación en matemáticas.
- Generadores de códigos QR en línea para el diseño y generación de códigos QR.
- Herramientas de gamificación de matemáticas como Kahoot, Socrative, EdPuzzle, Quizizz, Genially y Plickers.

Anexo 7. Bibliografía

- Cabero Almenara, J., Barroso Osuna, J. M., Gutiérrez Castillo, J. J., & Palacios-Rodríguez, A. D. P. (2020). Validación del cuestionario de competencia digital para futuros maestros mediante ecuaciones estructurales. *Bordón*, 72(2), 45-63.
- Herrera, L. A. G., Hernández, G. L. S., Ramírez, M. L. V., & Escobar, A. D. O. (2020). *Diagnóstico de Competencias Docentes en saberes digitales para profesores en Educación Superior*. Red Iberoamericana de Academias de Investigación.
- Martín Rodríguez, D., Sáenz de Jubera, M., Campión, R. S., & Chocarro de Luis, E. (2016). Diseño de un instrumento para evaluación diagnóstica de la competencia digital docente: formación flipped classroom. *Didáctica, innovación y multimedia*, (33), 0001-15.
- Revelo-Rosero, J. E., Vinicio Lozano, E., & Bastidas Romo, P. (2019). La competencia digital docente y su impacto en el proceso de enseñanza–aprendizaje de la matemática. *Espirales Revista Multidisciplinaria De investigación*, 3(28), 156–175. <https://doi.org/10.31876/er.v3i28.630>
- Tourón, J., Martín, D., Navarro Asensio, E., Pradas, S. e Íñigo, V. (2018). Validación de constructo de un instrumento para medir la competencia digital docente de los profesores (CDD). *Revista Española de Pedagogía*, 76(269), 25-54. doi: <https://doi.org/10.22550/REP76-1-2018-02>