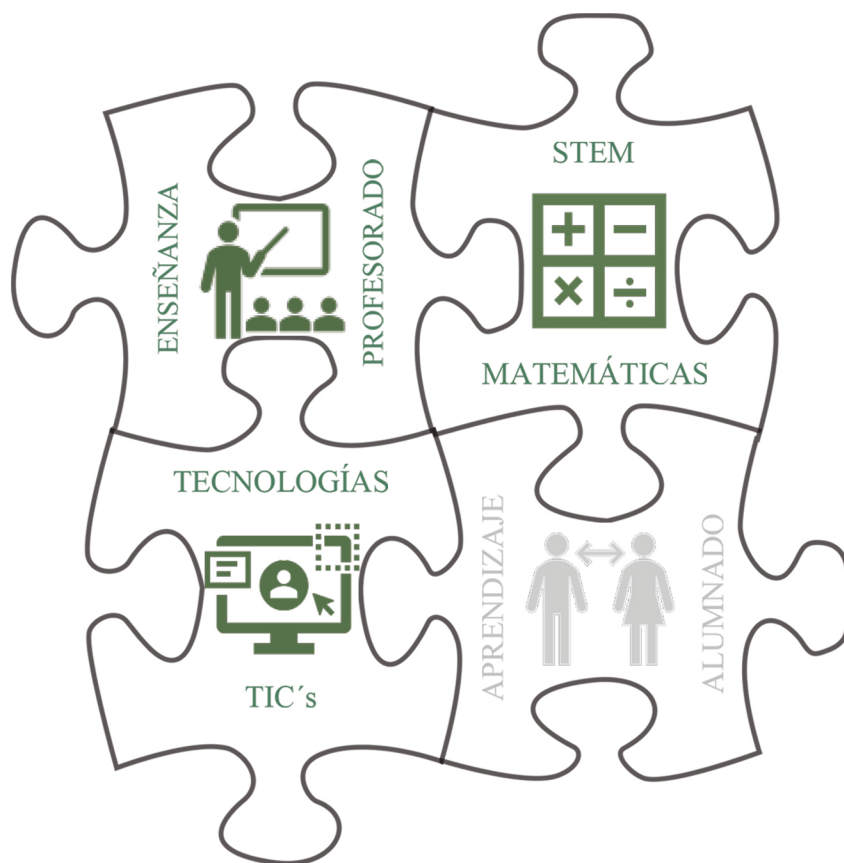


DOCTORADO EN EDUCACIÓN  
ESCUELA DE DOCTORADO



PERCEPCIONES DEL PROFESORADO  
EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA  
DE LAS MATEMÁTICAS  
CON IMPLEMENTACIÓN DE LAS TIC:  
EL CASO DE LA CIUDAD AUTÓNOMA  
DE MELILLA



MENCIÓN INTERNACIONAL  
HOSSEIN HOSSEIN MOHAND

DIRECTORES:

DR. MELCHOR GÓMEZ GARCÍA. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID UAM

DR. JUAN MANUEL TRUJILLO TORRES. UNIVERSIDAD DE GRANADA UGR

MADRID. SEPTIEMBRE 2021

# Dedicatoria

*A mi familia.*

*Les pido **perdón** por arrebatárles*

*lo que no me pertenece: **su tiempo**.*

*A mi hermano Hassan,*

*mi otro yo,*

*mi otra mágica mitad con la que sumo tres.*

*Dejemos que los demás crean que sólo somos dos.*

# Agradecimientos



Con estas sentidas palabras, quiero expresar mi más sincera gratitud a todos los que han contribuido a la finalización de la presente tesis.

A los directores de la tesis, Dr. D. Melchor Gómez García del departamento de pedagogía de la Universidad Autónoma de Madrid y Dr. D. Juan Manuel Trujillo Torres del Departamento de Didáctica y Organización Escolar de la Universidad de Granada por aceptarme como doctorando, por sus sabias orientaciones y por el apoyo durante todo el camino de investigación. A María Carmen Hernández Verdejo, por las atenciones y por facilitar todo el proceso administrativo de la tesis.

Quisiera agradecer también a Dr. D. Juan Ángel Berbel Galera, Director Provincial del MEyFP en Melilla, a D. Miguel Heredia Zapata, Inspector Jefe, así como a D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup> Victoria Menchacatorre Ruíz, Jefa de la Unidad de Programas por permitir que la presente investigación se realice en Melilla y a D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup> Belén Fernández Bonnemaïson, Asesora del Aprendizaje a lo Largo de la Vida, por todas las atenciones recibidas.

Agradecer igualmente al equipo directivo y a los jefes de departamento de Matemáticas de todos los Institutos de la ciudad por su apoyo y divulgación del presente trabajo de investigación entre el profesorado. Se citan a continuación:

- Del IES LEOPOLDO QUEIPO, a su director D. José Andrés Ruiz Juan y a su jefa de dpto. de Matemáticas D<sup>a</sup>. Caridad Navarro Rincón.
- Del IES MIGUEL FERNÁNDEZ, a su director D. Antonio Campos Soto y a su jefa de dpto. de Matemáticas D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup> Aurelia Mizzi Martín.
- Del IES ENRIQUE NIETO, a su director D. Joaquín Carrillo García y a su jefe de dpto. de Matemáticas D. Jesús Diego Rodríguez.

## AGRADECIMIENTOS

- Del IES RUSADIR a su director D. Miguel A. López Díaz y a su jefe de dpto. de Matemáticas D. Arturo Méndez Márquez.
- Del IES VIRGEN DE LA VICTORIA a su directora D<sup>a</sup>. Isabel García Algarte y a su jefa de dpto. Matemáticas D<sup>a</sup>. Andrea Escoz Zamora.
- Del IES JUAN ANTONIO FERNÁNDEZ a su directora D. Ana García Pedregosa y su jefa de dpto. de Matemáticas D<sup>a</sup>. Antigua María Reyes Jiménez.
- Del COLEGIO NUESTRA SEÑORA DEL BUEN CONSEJO, a su directora D<sup>a</sup>. Matilde de Sena Agüera y a su jefe de dpto. de Matemáticas D. Alejandro Hernández Jiménez.
- Del COLEGIO LA SALLE EL CARMEN a su director D. Próspero Bassets Artero y a su jefe de dpto. de Matemáticas D. Javier Gallego García.

Mención especial merece D. José Andrés Ruiz Juan, director del IES Leopoldo Queipo por su firme apoyo a la investigación y su inestimable contribución como experto en la evaluación del cuestionario. Mi más sentido agradecimiento (aunque no pueda nombrarlos) a todo el profesorado de Matemáticas que han mostrado interés y participando en este trabajo. A mis compañeros del departamento de Matemáticas del IES Leopoldo Queipo: Caridad Navarro (validó el instrumento), Miguel Benhamú, José Andrés Moya, M<sup>a</sup> Dolores Paceti, José Rodríguez, Juan Carlos Colomo, Carlos Barroso y Noelia Carretero por el apoyo recibido.

También quiero agradecer a D. Jesús Diego Rodríguez, presidente de la Sociedad Matemática de Melilla por su colaboración en la difusión de los Formularios online entre el profesorado de Melilla. Igualmente agradecer a Higinio Rodríguez García y a José Luis López

Belmonte, miembros del Secretariado de SATE-STES Melilla, que nos facilitaron información relevante sobre el fracaso escolar en la ciudad.

A todos, gracias.

Por otro lado, quiero destacar las muestras de ánimo recibidas y la carta de recomendación emitida desde el Centro Asociado de la UNED, por el Dr. D. Antonio Bravo Nieto, director y Cronista de la Ciudad, D. José Megías Aznar, secretario y D. Ángel Castro Maestro, coordinador académico.

Gratitud aparte a todos los que han autorizado y facilitado mi estancia investigadora en la Facultad Pluridisciplinar de Nador: doyen: Dr. Ali Azdimoussa, vice président chargé de Recherche Scientifique: Dr. Mohamed Atounti, vice président chargé des Affaires Pédagogiques: Dr. Abou-Abdassalam Elidrissi, secrétaire général: M. Brahim Amchi, chef de département des Études Hispanique: Dr. Saif E. I. Benabdennour y a la coordinatrice du Master: Marruecos y el Mundo Hispánico, Dra. Karima Bouallal.

Quiero destacar igualmente la amabilidad y las atenciones recibidas durante mi estancia por parte del Dr. D. Abdelhamid Youyou Profesor de Filosofía y de Estudios Islámicos de la FPN y a D. Aziz Abdelhamid, como excelentes anfitriones que me colmaron de atenciones durante mi estancia. En general, quiero mostrar mi agradecimiento sincero a todos los que han contribuido directa e indirectamente a que mi estancia sea una gran experiencia, aunque no aparezcan nominados.

Mi agradecimiento sentido a quienes me han asesorado desde el principio: Dra. María del Carmen Olmos quien me animó a iniciar la tesis, Dr. Antonio Campos Soto y Dr. Jamal Mansour Yachou, por haber estado siempre ahí con sus excelentes correcciones y críticas

constructivas, al Dr. Abrahan Jiménez Baena por su valiosísima ayuda para entender y aplicar las herramientas estadísticas más actuales a mi trabajo de investigación y a Suliman Aanan por su ayuda con las expresiones en inglés. A mis amigos, más bien hermanos mayores, que me han animado a seguir con esta tesis D. Abdeslam Mohamed Maanan y D. Brahim Mohamed Maanan.

Dejo a mi familia al final, como siempre, pero siendo consciente del enorme sacrificio que también ha supuesto este reto para ellos. A mis padres: Abdeslam, Fadma y Tamaanant, a mis hermanos Karima, Karim y Hassan y especialmente a mi mujer Hayam y a mis hijos Anwar, Wahil y Wilden que formáis parte de mi esencia. Habéis padecido conmigo la dificultad de este camino. A mis suegros Abderrahaman y Mina, a mis cuñadas Mina y Sonia, a mi cuñado Abdeloihid y a mis sobrinos Nadim, Rami, Selma, Adam, Nizar, Maher, Sara y Éssyl por vuestras muestras de ánimo tan necesarias.

Al mirar atrás veo que nunca estuve sólo en este duro camino. Estuvisteis todos a mi lado de alguna forma. Por tanto, comparto con todos vosotros el orgullo y la satisfacción de haber superado la meta juntos.

¡Gracias, gracias, gracias!



# Tabla de Contenidos

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>5</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS .....</b>	<b>11</b>
ÍNDICE DE TABLAS .....	17
ÍNDICE DE FIGURAS .....	19
ABREVIATURAS.....	21
<b>RESUMEN.....</b>	<b>23</b>
RÉSUMÉ .....	25
RESUMEN .....	27
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>29</b>
EL DOCENTE DE MATEMÁTICAS.....	33
<i>El Desarrollo Profesional Docente.....</i>	<i>34</i>
<i>El desarrollo profesional efectivo.....</i>	<i>35</i>
METODOLOGÍAS ACTIVAS.....	42
<i>Aula Invertida (Flipped Classroom).....</i>	<i>43</i>
<i>La Enseñanza por Proyectos .....</i>	<i>44</i>
<i>Aprendizaje Basado en Problemas.....</i>	<i>46</i>
<i>Gamificación .....</i>	<i>48</i>
<i>Design Thinking.....</i>	<i>51</i>
<i>Aprendizaje-Servicio.....</i>	<i>52</i>
USOS Y RECURSOS TIC .....	53
<i>La tecnología en la Educación.....</i>	<i>56</i>
<i>Recursos TIC.....</i>	<i>57</i>
<i>Actitudes hacia las TIC .....</i>	<i>60</i>
<i>Empleo de las TIC.....</i>	<i>62</i>

<i>Edad, género y experiencia docente</i> .....	63
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>65</b>
<b>HIPÓTESIS Y OBJETIVOS</b> .....	<b>69</b>
OBJETIVOS E HIPÓTESIS 1 .....	71
<i>Objetivo General O.G.1</i> .....	71
<i>Objetivos Específicos O.E.1</i> .....	71
<i>Hipótesis H.1</i> .....	71
OBJETIVOS E HIPÓTESIS 2 .....	72
<i>Objetivo General O.G.2</i> .....	72
<i>Objetivos Específicos O.E.2</i> .....	72
<i>Hipótesis H.2</i> .....	73
OBJETIVOS E HIPÓTESIS 3 .....	75
<i>Objetivo General O.G.3</i> .....	73
<i>Objetivos Específicos O.E.3</i> .....	73
<i>Hipótesis H.3</i> .....	74
OBJETIVOS E HIPÓTESIS 4 .....	74
<i>Objetivo General O.G.4</i> .....	74
<i>Objetivo Específico O.E.4</i> .....	74
<i>Hipótesis H.4</i> .....	77
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>82</b>
POBLACIÓN Y MUESTRA .....	83
INSTRUMENTO DE RECOPIACIÓN DE DATOS .....	84
PROCEDIMIENTO DE RECOPIACIÓN DE DATOS .....	87
VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO .....	85
<i>Validación a través de un isolation forest empleando el algoritmo h2o</i> .....	86
<i>Validación a través del criterio de Kaiser-Guttman</i> .....	87

<i>Validación a través de un análisis factorial tomando como referencia todas las dimensiones teóricas del instrumento</i> .....	87
<i>Validación del cuestionario de profesores</i> .....	88
ESTADÍSTICA INFERENCIAL .....	89
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>91</b>
TAMAÑO MUESTRAL MÍNIMO .....	94
PERFIL GENERAL DEL PROFESORADO DE MELILLA .....	95
ANÁLISIS SOBRE LAS PREFERENCIAS METODOLÓGICAS .....	97
ANÁLISIS DE PREFERENCIAS METODOLÓGICAS DIFERENCIADO POR GÉNERO .....	99
METODOLOGÍAS Y RECURSOS TIC .....	102
METODOLOGÍAS, PRACTICA DOCENTE Y RECURSOS TIC .....	106
<i>Procedimiento estadístico I</i> .....	107
<i>Procedimiento estadístico II</i> .....	108
METODOLOGÍAS Y VARIABLES TECNOLÓGICAS .....	112
<i>Flipped Learning</i> .....	113
<i>Aprendizaje Basado en Proyectos</i> .....	117
<i>Gamificación</i> .....	120
<i>Aprendizaje-Servicio</i> .....	122
<i>Design Thinking</i> .....	125
<i>Aprendizaje Cooperativo</i> .....	127
<i>Aprendizaje Basado en Problemas y otras metodologías</i> .....	130
<i>Relación entre las variables del estudio más relevantes</i> .....	130
RECURSOS TIC Y COMPETENCIA DIGITAL DOCENTE .....	135
PERCEPCIÓN Y MOTIVACIÓN .....	146
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>153</b>
PERFIL GENERAL DEL PROFESORADO DE MELILLA .....	155

PREFERENCIAS METODOLÓGICAS Y PEDAGÓGICAS.....	156
DESARROLLO PROFESIONAL DOCENTE .....	157
FACTORES INFLUYENTES EN LAS PREFERENCIAS METODOLÓGICAS Y PEDAGÓGICAS .....	159
<i>Aula invertida</i> .....	159
<i>Aprendizaje Basado en Proyectos</i> .....	160
<i>Aprendizaje Servicio</i> .....	162
<i>Design Thinking</i> .....	164
<i>Gamificación</i> .....	164
<i>Aprendizaje Cooperativo</i> .....	166
<i>Aprendizaje Basado en Problemas</i> .....	167
TIC Y DOCENCIA.....	169
<i>Recursos tecnológicos</i> .....	169
<i>Formación en TIC</i> .....	171
COMPETENCIA DIGITAL Y USOS TIC .....	173
INFLUENCIA DE LOS FACTORES PERSONALES EN EL USO DE LAS TIC .....	174
<i>Actitud y TIC</i> .....	174
<i>Motivación y TIC</i> .....	176
<i>Edad, experiencia docente y TIC</i> .....	177
<i>Género y TIC</i> .....	179
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>183</b>
CONCLUSIONS.....	185
<i>Principales conclusions relatives aux objectifs spécifiques O.E.1</i> .....	185
<i>Principales conclusions relatives aux objectifs spécifiques - O.E.2</i> .....	187
<i>Principales conclusions relatives aux objectifs spécifiques - O.E.3</i> .....	191
<i>Principales conclusions liées à l'objectif spécifique - O.E.4</i> .....	193
<i>Limites et forces</i> .....	194
<i>Orientations futures de la recherche</i> .....	195

<i>Applications pratiques</i> .....	195
CONCLUSIONES .....	197
<i>Principales Conclusiones Relacionadas con los Objetivos Específicos O.E.1</i> .....	197
<i>Principales Conclusiones Relacionadas con los Objetivos Específicos - O.E.2</i> .....	199
<i>Principales Conclusiones Relacionadas con los Objetivos Específicos - O.E.3</i> .....	202
<i>Principales Conclusiones Relacionadas con los Objetivo Específico - O.E.4</i> .....	204
<i>Limitaciones y Fortalezas</i> .....	205
<i>Futuras Líneas de Investigación</i> .....	206
<i>Aplicaciones prácticas</i> .....	206
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>209</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>256</b>
ANEXO 1. AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR PROVINCIAL DEL MEYFP DE MELILLA .....	258
ANEXO 2. CUESTIONARIO DE INVESTIGACIÓN .....	260
ANEXO 3. ARTÍCULOS .....	270
<i>ARTÍCULO N°1</i> .....	272
<i>ARTÍCULO N° 2</i> .....	298
<i>ARTÍCULO N°3</i> .....	321

**Índice de Tablas**

<b>Tabla 1</b> .....	58
<b>Tabla 2</b> .....	81
<b>Tabla 3</b> .....	95
<b>Tabla 4</b> .....	96
<b>Tabla 5</b> .....	97
<b>Tabla 6</b> .....	102
<b>Tabla 7</b> .....	106
<b>Tabla 8</b> .....	110
<b>Tabla 9</b> .....	112
<b>Tabla 10</b> .....	113
<b>Tabla 11</b> .....	117
<b>Tabla 12</b> .....	120
<b>Tabla 13</b> .....	123
<b>Tabla 14</b> .....	125
<b>Tabla 15</b> .....	127
<b>Tabla 16</b> .....	137
<b>Tabla 17</b> .....	146
<b>Tabla 18</b> .....	147
<b>Tabla 19</b> .....	276
<b>Tabla 20</b> .....	301
<b>Tabla 21</b> .....	325

**Índice de Figuras**

<b>Figura 1</b> .....	47
<b>Figura 2</b> .....	86
<b>Figura 3</b> .....	87
<b>Figura 4</b> .....	88
<b>Figura 5</b> .....	98
<b>Figura 6</b> .....	100
<b>Figura 7</b> .....	103
<b>Figura 8</b> .....	105
<b>Figura 9</b> .....	109
<b>Figura 10</b> .....	131
<b>Figura 11</b> .....	133
<b>Figura 12</b> .....	135
<b>Figura 13</b> .....	138
<b>Figura 14</b> .....	141
<b>Figura 15</b> .....	142
<b>Figura 16</b> .....	148
<b>Figura 17</b> .....	150
<b>Figura 18</b> .....	258



<b>Abreviaturas</b>	<b>Nombre Completo</b>
AECID	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo
BARS	Behavioral Anchored Rating Scales
C.A. Melilla	Ciudad Autónoma de Melilla
CEFI-R	Cuestionario de Evaluación de la Formación Inclusiva
DPD	Desarrollo Profesional Docente
DPE	Desarrollo Profesional Efectivo
ESO	Enseñanza Secundaria Obligatoria
FPL	Flipped Learning
GML	Gamificación
IEA	International Association for the Evaluation of Educational Achievement
INE	Instituto Nacional de Estadística
INTEF	Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado
LOE	Ley Orgánica de Educación
LOMLOE	Ley Orgánica de Mejora de la LOE
NMDS	Non-Metric Multidimensional (Análisis de Escalamiento Multidimensional no Métrico)
PBL	Project-Based Learning
PCA	Análisis de Componentes Principales
PDI	Pizarras Digitales Interactivas
PIRLS	Progress in International Reading Literacy Study
PISA	Programme for International Student Assessment
RRSS	Redes Sociales
SDI	Sistemas Digitales Interactivos
SET	Cuestionario de Evaluación del Aprendizaje
STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics
TALIS	Teaching and Learning International Survey
TIMSS	Third International Mathematics and Science Study
MDS	Metric Multidimensional Scaling (Análisis de Escalado Multidimensional Métrico )
PCoA	Principal Coordinate Analysis (Análisis de coordenadas principales)

# Resumen

## Résumé

Étant donné l'importance des mathématiques en tant que compétence pédagogique et la difficulté de l'apprentissage par les élèves en général, le rôle de l'enseignant est essentiel pour mener la révolution éducative du 21<sup>e</sup> siècle en innovant constamment et en encourageant l'introduction de nouvelles pratiques pédagogiques. En didactique des mathématiques, il est possible d'utiliser une grande quantité de ressources technologiques avec des stratégies, des techniques et des méthodologies d'enseignement appropriées qui facilitent le processus d'enseignement-apprentissage. À cet égard, les méthodologies actives et les modèles pédagogiques jouent un rôle important.

Aujourd'hui, les technologies de l'information et de la communication (TIC) ont acquis une grande importance dans l'éducation. L'intégration des technologies par les enseignants de mathématiques est un défi car il faut beaucoup de temps pour acquérir et améliorer leurs compétences numériques. En outre, les enseignants, en tant que référents éducatifs, doivent nécessairement s'actualiser en incorporant les technologies aux nouvelles stratégies méthodologiques pour favoriser le processus enseignement-apprentissage. L'utilisation appropriée des TIC par les enseignants et les élèves élimine certaines barrières spatio-temporelles et facilite le processus d'apprentissage en surdimensionnant le travail éducatif. Pour cela, il est nécessaire de savoir comment les uns influencent les autres.

Les objectifs de la présente thèse sont d'identifier les variables des indicateurs pratiques de l'enseignement, du ratio et des indicateurs de la formation des enseignants en mathématiques qui peuvent influencer le choix des différents modèles ou méthodologies d'étude, identifier les variables les plus pertinentes de la formation technologique et leurs liens avec la motivation à utiliser les TIC, et analyser l'incidence de l'âge, du sexe et de l'expérience pédagogique. Dans cette étude transversale quantitative, on analyse une population de 73

professeurs de mathématiques de la Ville Autonome de Melilla. L'échantillon est constitué de 61 enseignants qui ont reçu un questionnaire validé contenant des questions sur la formation des enseignants, les utilisations, les ressources et la maîtrise des TIC et les pratiques méthodologiques en classe.

Les analyses statistiques ont révélé des influences significativement positives entre le modèle Flipped Learning, l'apprentissage par projet et la Gamification avec les éléments évalués. En outre, l'apprentissage fondé sur des projets a montré un partenariat négatif avec deux éléments de l'indicateur B.2 "Pratique pédagogique". En outre, l'application des TIC à l'enseignement a été associée à l'utilisation de ces ressources en classe et a indiqué que les enseignants prennent plus de décisions dans le choix d'une variété de logiciels que dans le choix de différents dispositifs matériels. Les enseignants combinent la technologie avec des plates-formes éducatives pour améliorer l'apprentissage des mathématiques par les élèves.

L'étude conclut que l'échange d'informations et de contenus numériques, la participation et la collaboration aux projets du centre liés aux TIC et l'utilisation de logiciels éducatifs pour enseigner les mathématiques a eu un impact significatif sur le choix du modèle Flipped Learning et des méthodologies actives. La perception qu'avait l'enseignant de la formation et de la mise à jour des TIC était liée à ses compétences numériques et à l'amélioration de l'approche méthodologique en classe. Bien que l'enseignant de mathématiques de la Ville Autonome de Melilla, en général, présente une compétence numérique manifeste dans les TIC, il ne se traduit pas dans l'utilisation des ressources numériques, tout en maintenant une attitude conservatrice face à l'utilisation efficace du matériel dans la salle de classe. La formation et l'utilisation des TIC ont été fortement influencées par l'expérience des enseignants. En revanche, aucune différence significative entre les sexes n'a été observée dans l'utilisation des TIC.

## Resumen

Dada la trascendencia de las Matemáticas como competencia educativa y la dificultad que presenta su aprendizaje por parte del alumnado en general, cobra mayor relevancia el papel del docente, innovando constantemente y alentando la incorporación de nuevas prácticas pedagógicas. En la didáctica de las matemáticas se pueden utilizar una gran cantidad de recursos tecnológicos con las estrategias, técnicas y metodologías de enseñanza adecuadas, que faciliten el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, las metodologías activas y los modelos pedagógicos tienen un papel relevante.

Actualmente, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), han adquirido gran relevancia en la Educación. La incorporación de las tecnologías por parte de los docentes de Matemáticas es un desafío ya que requiere mucho tiempo adquirir y mejorar su competencia digital. Además, los docentes, como referentes educativos, deben actualizarse necesariamente incorporando las tecnologías a las nuevas estrategias metodológicas para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. El adecuado uso de las TIC, por parte de docentes y alumnos, elimina ciertas barreras espacio-temporales y facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje sobredimensionando la labor educativa. Para ello, es necesario conocer cómo influyen las unas en las otras.

Los objetivos marcados en la presente tesis son: identificar las variables de los indicadores práctica docente, ratio e indicadores de formación docente en Matemáticas que puedan influir en la elección de los diferentes modelos o metodologías de estudio, determinar las variables más relevantes de la formación tecnológica y sus relaciones con la motivación para el empleo de las TIC, y analizar la incidencia en el uso de las TIC de los factores edad, género y experiencia docente.

En este estudio transversal de corte cuantitativo, se analiza una población de 73 profesores de Matemáticas de la C.A. de Melilla. La muestra obtenida es de 61 docentes a los que se les pasaron un cuestionario validado con preguntas sobre formación docente, usos, recursos y dominio de las TIC, y prácticas metodológicas en el aula.

Los análisis estadísticos revelaron influencias poco significativas positivas entre el modelo Flipped Learning, el Aprendizaje Basado en Proyectos y la Gamificación con los ítems evaluados. Además, el Aprendizaje Basado en Proyectos mostró una asociación negativa con dos ítems del indicador B.2 “Práctica Docente”.

También, que la aplicación de las TIC a la enseñanza se asoció con el uso de estos recursos en el aula e indicó que los docentes toman más decisiones en la selección de una variedad de software que en la elección de diferentes dispositivos de hardware. Los docentes combinan la tecnología con plataformas educativas para mejorar el aprendizaje de los estudiantes en matemáticas.

El estudio concluye que el intercambio de información y contenidos digitales, la participación y colaboración en proyectos del centro relacionados con las TIC y el uso de software educativo para enseñar matemáticas tuvo un impacto significativo en la elección del modelo Flipped Learning y metodologías activas.

La percepción del docente sobre la formación y actualización de las TIC estuvo relacionada con su competencia digital y la mejora del enfoque metodológico en el aula. Aunque el docente de Matemáticas de la C.A. de Melilla, en general, presenta una competencia digital manifiesta en las TIC, no se traduce en el uso de los recursos digitales, manteniendo una actitud conservadora frente al empleo eficiente del hardware en el aula. La experiencia docente tuvo una correlación negativa significativa con la formación y uso de las TIC. En cambio, no se observaron diferencias de género significativas en el uso de las TIC.

# Introducción

La didáctica según Chevallard, es “*la ciencia de la difusión del conocimiento en cualquier grupo social.*”, y estudia elementos de praxeologías locales o globales (Chevallard, 2005). Una praxeología está formada por varios conjuntos de tareas, técnicas (para realizarlas), tecnologías y una teoría que justifica el uso de estas tecnologías (Chevallard, 1991). Para la didáctica efectiva, se requiere un dominio del conocimiento didáctico del contenido que combina contenidos y didáctica. Éste comprende cuatro dimensiones; 1, el conocimiento de lo que el alumnado comprende; 2, el conocimiento de los recursos necesarios en función de las características del contenido y del alumnado; 3, el conocimiento de las estrategias pedagógicas adecuadas y 4, el conocimiento de los objetivos marcados para la enseñanza de los contenidos marcados (Marks, 1990; Shulman & Wilson, 2004).

La didáctica de las Matemáticas surge en Francia en los años 70 para investigar los aspectos pedagógicos de los problemas matemáticos en el entorno educativo (Trouche et al., 2016). En ella, el conocimiento matemático se adquiere a través del aprendizaje y la resolución de problemas matemáticos mediante la componente conceptual de los esquemas (Vergnaud, 2013). Un esquema es la organización invariante de la actividad para una determinada clase de situaciones. Por tanto, los esquemas son recursos adaptables y comprenden varios aspectos definidos a continuación (Cardelli, 2004; Chevallard, 2005):

- El aspecto intencional, que comprende las metas que se deben alcanzar.
- El aspecto generativo, que engloba los criterios para generar secuencias, recolección de información y controles.
- El aspecto epistémico, que comprende los invariantes operacionales. Su función principal es recoger y seleccionar la información relevante e inferir de ella objetivos y reglas.



- El aspecto computacional, que implica posibles inferencias y, permite asociar la continua actividad de computación al pensamiento. Para ello, es fundamental generar metas, objetivos y reglas, además de propiedades y relaciones que no son observables.

En la didáctica de las Matemáticas, existe una relación lógica entre conocimiento, sujeto y situaciones (Brousseau, 2005). Este conocimiento se estructura en constructos diferenciados según las teorías de Brousseau y Chevallard. En cuanto al conocimiento matemático, Vergnaud et al., (2013), remarca el constructo individual y social en progreso y Chevallard et al., (2005), el constructo social e histórico, resaltando los condicionantes institucionales en la didáctica de las Matemáticas (Trouche et al., 2016). Por su parte, Trouche et al. (2016), evidencia las principales diferencias entre las corrientes más generalizadas de la didáctica de las Matemáticas; por un lado, Brousseau (2005), analiza qué se debe hacer mientras Chevallard (2005), se centra en los condicionantes institucionales.

Además, en los centros educativos se articula lo didáctico y lo pedagógico mediado por el docente como agente facilitador. Es decir, el docente transforma el saber a enseñar en saber enseñado a través de procesos traspositivos concretos influenciados por factores socioculturales (Cardelli, 2004). Dicha trasposición, evidencia la diferencia creciente entre las Matemáticas desarrolladas por los matemáticos y las Matemáticas para la enseñanza (Cardelli, 2004; Gunzel et al., 2017).

Durante la resolución de problemas matemáticos es necesario reflexionar sobre el procedimiento más adecuado y analizar y discriminar los datos, favoreciendo el aprendizaje significativo del alumnado (Trouche et al., 2016). En relación con lo anterior, Vergnaud et al., (2013) resalta la importancia del componente conceptual de los esquemas, para el aprendizaje matemático y la resolución de un problema como fuente y criterio del conocimiento

matemático. Por su parte, Brousseau et al. (1986) considera las situaciones reales o imaginarias, como métodos activos de aprendizaje para la enseñanza de las Matemáticas.

Para ello, se forma en la competencia matemática a todos los niños, porque además, supone un elemento discriminador en las orientaciones académicas futuras del alumnado (Gispert, 2014). Asimismo, dominar los formalismos y lógicas Matemáticas por parte del alumnado, facilita su aprendizaje significativo (Flegas & Charalampos, 2013). En este sentido, es fundamental proporcionar una formación inicial y continua a los docentes y proporcionarles herramientas y recursos relativos a la didáctica de las Matemáticas (Butlen & Masselot, 2019). Por otro lado, la figura del docente es un elemento clave en la educación (Kim, 2020; Strelan et al., 2020), y en el rendimiento académico del alumnado (Bastian & Janda, 2018; Kim, 2020; Xuan et al., 2019). Es por ello que, resulte necesario, analizar en profundidad la figura del profesorado de Matemáticas desde su desarrollo profesional docente hasta su formación (Darling-Hammond et al., 2017).

### **El Docente de Matemáticas**

El reto más importante al que se enfrenta el profesorado de Matemáticas se centra en su desarrollo profesional docente (Etchepare et al., 2017) y en su formación y capacitación continua para la enseñanza efectiva (Dreher et al., 2018). Desde esta perspectiva, la tarea del docente resulta altamente compleja y exigente (Loria & Lupiañez, 2019). En la misma línea, la experiencia es fundamental ya que, cuando los docentes tienen que planificar y enseñar, la falta de experiencia influye negativamente en su efectividad (Bastian & Janda, 2018). Por otro lado, la percepción positiva frente a la enseñanza es fundamental para la práctica docente efectiva (Strakova et al., 2018). Además, se recomienda el trabajo colaborativo entre docentes de Matemáticas (Dalby, 2019) que puede motivar el uso de nuevas prácticas pedagógicas (Shuilleabhain & Seery, 2018).

De otra parte, todo aprendizaje cooperativo en la enseñanza de las Matemáticas favorece la adquisición de competencias y mejora del rendimiento académico de los estudiantes, independientemente de la etapa educativa y de la materia en cuestión (Herrada & Baños, 2018). Además, la participación en la modelación matemática ayuda al alumnado a explorar las Matemáticas de manera integrada de forma colaborativa, así como a generar ideas y representaciones Matemáticas, útiles en la vida cotidiana (Jung & Newton, 2018; Jung et al., 2019). En cambio, las clase magistrales, son poco efectivas (Vergara et al., 2020). Por ello, el docente de secundaria debe emplear nuevas estrategias metodológicas (Mora et al., 2020) y disponer de instrumentos efectivos de retroalimentación que les permita conocer la comprensión matemática de los alumnos (Sánchez-Matamoros et al., 2019).

### ***El Desarrollo Profesional Docente***

El desarrollo profesional docente (DPD), definida como el quehacer docente y que trasgrede el aula, abarca desde el pensamiento y la preparación previa, la interacción en el aula y la reflexión y el análisis posteriores, sobre los resultados del proceso de enseñanza-aprendizaje (Davini, 2015). Por tanto, la complejidad del DPD, radica en la preparación del profesorado para afrontar los retos diarios desde una visión global, promover aprendizajes profesionales y estimular la experimentación de prácticas profesionales distintas durante la clase (Cheng, 2017). Asimismo, la literatura científica sostiene que, el enfoque matemático en el aula por parte del docente, se correlaciona con factores asociados a preferencias personales en lugar de factores metodológicos y pedagógicos orientados a la enseñanza adaptativa (Brunner & Reusser, 2019).

De otra parte, se recomienda analizar la integración de DPDs interdisciplinarios para facilitar un aprendizaje efectivo, promover objetivos mentales y emocionales y proporcionar servicios educativos de calidad (Gurkan, 2019). De igual forma, la evidencia postula que la

experiencia docente y la metodología diseñada para la mejora de habilidades transversales afectan positivamente en la percepción y motivación del estudiante de Matemáticas (Vergara et al., 2019).

Pese a la importancia del DPD, el informe del Estudio Internacional de Enseñanza y Aprendizaje del 2013 (en inglés TALIS) que evalúa los datos de 28 países para determinar las variables de calidad docente, establece que Brasil, Bulgaria, Chile, República Checa, Dinamarca, Islandia, Italia, Letonia, Países Bajos, Portugal, República Eslovaca y España son ineficientes, en comparación con otros países considerados los más eficientes como Finlandia, Francia, Japón, Corea del Sur, Noruega y Singapur (Mammadov & Cimen, 2019). Todo lo anterior, sugiere mejoras importantes que los países evaluados negativamente deben fomentar en términos de calidad del DPD para optimizar los resultados en el rendimiento académico del alumnado de Matemáticas (Mammadov & Cimen, 2019).

### ***El desarrollo profesional efectivo***

El desarrollo profesional efectivo (DPE) considerado como el aprendizaje profesional estructurado que resulta de los cambios en los DPDs influye positivamente en el rendimiento académico del alumnado (Darling-Hammond et al., 2017; Podolsky et al., 2019). Para mejorarlo, es fundamental el compromiso de los docentes con su profesión y desarrollar una visión más realista y holística de la enseñanza de las Matemáticas (Keskin et al., 2018). Los elementos que caracterizan los modelos del DPE son: estar centrado en el contenido, incorporar aprendizaje activo, apoyar y fomentar la colaboración, utilizar modelos de práctica efectiva, proporcionar entrenamiento y apoyo experto, ofrecer retroalimentación y perfeccionamiento, y por último, sostener la acción en el tiempo (Darling-Hammond et al., 2017).

En todo proceso de enseñanza-aprendizaje, la evaluación, es una herramienta imprescindible para analizar la función educativa y todos los agentes implicados (Martin &

Jamieson-Proctor, 2019; Paufler et al., 2020). En la presente tesis se evalúa diversos aspectos relacionados con el profesorado de Matemáticas. Uno de los principales factores que influyen tanto en el aprendizaje, como en la motivación de los estudiantes es la calidad de los DPDs en la enseñanza (Dios et al., 2018).

**Evaluación del DPD en Matemáticas.** El proceso de evaluación del DPD implica el empleo de un instrumento validado para la enseñanza de las Matemáticas (Silva et al., 2017) y contar con una rúbrica estandarizada, ya que un conocimiento sólido de la materia, aunque necesario, no se asocia generalmente con la calidad docente (Dios et al., 2018; Tarazona Álvarez & Bernabe Villodre, 2019; Zakaryan et al., 2018). En los docentes noveles, el dominio y empleo de rúbricas efectivas es aún más necesario, para evaluar correctamente el DPD en el aula (Dios et al., 2018). Del mismo modo, recientes estudios postulan que su falta de experiencia influye negativamente en su efectividad a la hora de planificar una clase y enseñar por primera vez (Bastian & Janda, 2018; Hughes et al., 2020). Además, otros hallazgos muestran que la mayoría de los docentes noveles, carecen de conocimiento pedagógico adecuado, para enseñar de manera efectiva (Martin & Jamieson-Proctor, 2019). Lo anteriormente expuesto, evidencia la importancia sobre la evaluación de la formación inicial del docente de Matemáticas y el uso de criterios efectivos para tomar decisiones pedagógicas eficaces (Santagata & Sandholtz, 2019).

En general, el docente de Matemáticas ha de tener en cuenta que su DPD debería evaluarse continuamente para optimizar sus habilidades de enseñanza, facilitando el aprendizaje por parte del alumnado (Walsh & Guerin, 2019). Al respecto, estudios previos, sostienen la necesidad de elaborar sistemas de evaluación concretos y ajustados a los diferentes bloques temáticos y de unidades del currículo, como resolver ecuaciones cuadráticas (Silva-Pena et al., 2019), geometría (Fujita et al., 2017; Mwadzaangati, 2019), estadística (Frassia,

2018; Mailing, 2020), funciones (Albano & Dello Iacono, 2019; Valdés et al., 2019) o de forma global, la enseñanza del álgebra (Demonty et al., 2018; Wilkie & Tan, 2019).

De otra parte, el modelado de valor agregado es un instrumento de evaluación amplio del DPD, que se utiliza para cuantificar también la efectividad del centro educativo, al estimar el efecto de acciones pedagógicas en el rendimiento del alumnado de secundaria (Levy et al., 2019). En cuanto a la evaluación del DPD en estudios superiores se utiliza el instrumento observacional PROFE, que mide los recursos y estrategias utilizados el docente durante la explicación (Borges & Falcón, 2018).

También se debe contemplar como fundamental en los programas evaluativos del profesorado de Matemáticas, la autoevaluación. Ésta, se considera como una percepción crítica de uno mismo, que favorece la mejora continua del DPD necesaria, para una educación de calidad (Baena-Morales et al., 2020; Morales-López & Moll, 2019).

Una visión más amplia de la evaluación del DPD, incluiría además de la autoevaluación, la evaluación por otros docentes. Como consecuencia, los docentes perciben mejoras significativas en el currículo, en la metodología empleada, en la transmisión del pensamiento matemático y en la atención y participación por parte del alumnado (Lee & Lee, 2018). Asimismo, los cuestionarios sobre evaluación entre docentes permiten comparar incluso diferentes programas educativos de diferentes centros y ciudades (Guo & Wei, 2019).

Sin embargo, muchos marcos y rúbricas, no capturan adecuadamente las características clave de la enseñanza valoradas por los programas de formación docente y no atienden cuestiones de equidad y justicia social (Nava et al., 2019). Por ello, un docente debe tener una perspectiva amplia de la educación y de la diversidad en el aula. Un docente inclusivo es aquel que considera la diversidad como una característica positiva que enriquece la educación y que, por tanto, adapta las metodologías de enseñanza a las características de aprendizaje de cada

uno de los estudiantes y brinda apoyo a todas sus necesidades (Reppy & Larwin, 2020). Para ello, se emplea el cuestionario para evaluar la formación docente para su inclusión (CEFI-R), un instrumento multidimensional para evaluar las necesidades de capacitación docente para la inclusión con 4 indicadores: concepción de la diversidad, metodología, apoyos y participación comunitaria (González-Gil et al., 2019).

A pesar de las numerosas herramientas para evaluar el DPD en la enseñanza, existe además, la necesidad de desarrollar y validar un instrumento que evalúe específicamente la eficacia de los docentes en la enseñanza de estudiantes con funcionalidad limitada (cuya sigla en inglés es STETSD) (Zhang, Wang, Stegall, Losinki, & Katsiyannis, 2018).

Del mismo modo, es importante disponer de distintas fórmulas de evaluación que permita predecir el agotamiento del profesorado (Richards et al., 2014; Toropova et al., 2021). La evidencia disponible sugiere que los factores más determinantes son las percepciones sobre seguridad, apoyo por parte del centro educativo, actitudes de los estudiantes hacia el profesorado y hacia el aprendizaje (Aguayo Muela, 2017; Shackleton et al., 2019).

**Evaluación del alumnado.** Desde los años 90, se han desarrollado estudios acerca de la evaluación del aprendizaje del alumnado (Giacomone et al., 2018; Silva-Pena et al., 2019; Valadez et al., 2020). Por ello, muchos analizan no sólo las metodologías sino también los contenidos, criterios de evaluación y calificación de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje (Amable Vivanco-Galván et al., 2018; Barreiro et al., 2016; Martin & Jamieson-Proctor, 2019). Como resultado, diferentes rúbricas que han favorecido la evaluación adecuada de la capacitación del docente (Walsh & Guerin, 2019).

Con la formación adecuada, los docentes de Matemáticas pueden emplear instrumentos de carácter sumativo que les permiten desarrollar una perspectiva más amplia de la evaluación, alejada del modelo tradicional de exposición - entrenamiento – verificación (Araujo da Silva

et al., 2020). Además, la literatura científica sugiere diferencias de género que indican que, las alumnas muestran mayor tendencia a ordenar y a gestionar mejor el conocimiento matemático, así como a solicitar ayuda al profesorado (Gasco Txabarri, 2017).

De otra parte, la calificación de las pruebas escritas es un proceso habitual en la evaluación de aprendizaje matemático. Sin embargo, los docentes noveles carecen de la formación necesaria en la preparación de exámenes y en su calificación (Arnal-Bailera et al., 2018). En la misma línea, el marco de trabajo de Weinberger et al., (2007), llevó a varios investigadores a reconceptualizar una rúbrica para implicar al alumnado en su autoevaluación, ayudando a los docentes a una efectiva retroalimentación en el aula y a formar al alumnado en la interpretación adecuada de las herramientas evaluativas (Bayazit et al., 2018). No obstante, la evidencia disponible revela que los docentes carecen de conocimiento acerca de estas herramientas y son bastante reacios a promoverla (Dignath & Büttner, 2018).

A pesar de los avances en didáctica de las Matemáticas no se han observado mejoras significativas del bajo rendimiento del alumnado en riesgo de exclusión social. Por tanto, se recomienda un DPD culturalmente receptivo, como medio para abordar sus necesidades debiendo incluirse en todos los programas de formación de capacitación docente (Parker et al., 2017).

En cuanto a los contenidos, en la actualidad, los recursos didácticos se diseñan con programas dinámicos y atractivos para promover el aprendizaje y las prácticas de las ciencias (Arias et al., 2017). Para la unificación en los estándares de ciencias, se recomienda un instrumento empíricamente validado y el desarrollo de elementos de evaluación de calidad de esta práctica (Osborne et al., 2016). Sin embargo, se observan aspectos sobre el contenido y los procesos matemáticos que no pueden evaluarse mediante pruebas escritas. En estos casos, la literatura sugiere desarrollar un pensamiento de orden superior en Matemáticas para las



evaluaciones y crear un portafolio consensuado entre los docentes (Dayal & Cowie, 2019). Por el contrario, otros hallazgos sugieren que el profesorado ya posee competencias de contenido pedagógico para valorar el aprendizaje del alumnado desde una perspectiva amplia (Aktas & Argun, 2018).

**Evaluación por discentes.** La evaluación por discentes debe contemplarse como otro elemento para medir el DPD (Danielson, 2013). Para ello, emplea un instrumento efectivo que incluye las siguientes dimensiones: (1) Calidad de la planeación y preparación de las actividades docentes, (2) Clima de aula, y (3) Enseñanza o instrucción (Arregui-Eaton et al., 2018).

Por otro lado, la evaluación del DPD por parte del alumnado (siglas en inglés SET), común en la Educación Superior, rara vez se realiza en la enseñanza secundaria al cuestionarse la capacidad crítica y objetiva del alumnado (Guo & Wei, 2019). No obstante, la literatura confirma la validez de estas evaluaciones en secundaria y puede proporcionar un indicador fiable de los DPDs del profesorado de Matemáticas que podrían usarse para la evaluación formativa de los mismos (Guo et al., 2019). No obstante, las escalas Likert empleadas en las SET adolecen de varias deficiencias, incluidas las psicométricas y problemas de ambigüedad en la interpretación de los resultados.

En cambio, los instrumentos de evaluación con escalas de calificación de comportamiento anclado (Behavioral Anchored Rating Scale, BARS) eliminan la ambigüedad asociada a la interpretación de los resultados y proporcionan objetividad a la evaluación del alumnado, debido al uso de ejemplos de comportamiento inequívocos en la escala final. Sin embargo, una de las limitaciones de la metodología BARS es la pérdida de información durante la construcción de la escala (Matosas-López et al., 2019).

**Evaluación de la formación.** Para la formación de los futuros docentes de Matemáticas de educación secundaria, es necesario diseñar un constructo que analice y evalúe un programa formativo amplio (Tondeur et al., 2018; Varela-Ordorica & Valenzuela-González, 2020). Correctamente establecida, fomenta la mejora continua del DPD (Darling-Hammond, 2015). Estos programas, deben contemplar entre otros, estrategias efectivas de aplicación de didáctica de las Matemáticas (Ozudogru, 2020) y la aplicación de herramientas teóricas de enfoque ontosemiótico (Giacomone et al., 2018). La literatura sugiere que los docentes que se forman en capacitación pedagógica mejoran sus destrezas para vincular habilidades (Gómez-García, Boumadan-Hamed, et al., 2020), procesos matemáticos y competencias en el diseño y la selección de tareas (Loria & Lupiañez, 2019). Además, permiten el desarrollo de comunidades de aprendizaje profesional y de trabajo colaborativo (Dalby, 2019).

Si se forma correctamente sobre la didáctica de las Matemáticas a los futuros docentes y sobre cómo ésta influye en los estudiantes, se establecerían conexiones más fuertes en el proceso enseñanza-aprendizaje (Leikin et al., 2018). Además, la enseñanza interdisciplinaria es importante en términos de promover un aprendizaje efectivo, tener objetivos mentales, emocionales y proporcionar servicios educativos de calidad (Spensberger et al., 2020). En cambio, los docentes requieren orientación, destrezas y programas específicos de formación para guiarlos en esa práctica (Gurkan, 2019).

El factor tiempo es un aspecto importante que los docentes deben tener en cuenta cuando planifican sus clases. Controlar los tiempos y los ritmos en la enseñanza es fundamental en el DPD, valorando incluso los contratiempos propios del aula, lo que implica que planificación temporal ha de ser necesariamente flexible. Por tanto, la literatura científica recomienda formación en estrategias de control y optimización del tiempo en el aula (Pizarro et al., 2020).

Evaluaciones internacionales como el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos PISA (Programme for International Student Assessment), el evaluador de Tendencias en el Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias TIMSS (Third International Mathematics and Science Study), el Estudio Internacional de Progreso en Comprensión Lectora PIRLS (Progress in International Reading Literacy Study) y el Estudio Internacional sobre Docencia y Aprendizaje TALIS (Teaching and Learning International Survey) muestran una baja competencia en el DPD del profesorado de Matemáticas en España por la calidad de la formación inicial de los docentes noveles (Pochulu et al., 2016).

Por ello se recomienda diseños de programas de formación eficaces para el docente de Matemáticas, flexibles, autorregulados, adaptados a las necesidades particulares de cada docente y práctico que favorezca su desarrollo profesional (Da Ponte et al., 2002; Silva et al., 2017). Además, se recomienda la formación en el uso de metodologías activas, por su enfoque innovador y su efecto en el proceso de enseñanza aprendizaje del alumnado (Acikgul & Aslaner, 2020; Moreno-Guerrero et al., 2020)

### **Metodologías Activas**

Las metodologías activas pueden considerarse como “métodos, técnicas y estrategias que utiliza el docente para convertir el proceso de enseñanza en actividades que fomenten la participación activa del estudiante y lleven al aprendizaje” (Andreu-Andrés & Labrador-Piquer, 2011). El empleo de metodologías activas exigen un aprendizaje continuo por parte de los docentes en la búsqueda de estrategias pedagógicas efectivas (López-Belmonte et al., 2020), de recursos tecnológicos y de contenido tecnológico pedagógico para la enseñanza de las Matemáticas (Silva-Juarez et al., 2020). En Matemáticas, el uso de estas metodologías activas tiene repercusión en el razonamiento, la resolución de problemas y el rendimiento académico del alumnado (Gasco Txabarri, 2017).

Aunque existe una amplia variedad de metodologías aplicables a la enseñanza de las Matemáticas, en la presente tesis se analizan las siguientes: Aula Invertida (Flipped Classroom), Aprendizaje Basado en Proyectos, Aprendizaje Basado en Problemas, Design Thinking, Gamificación, Aprendizaje Colaborativo y Aprendizaje Servicio, por su uso ampliamente desarrollado en la enseñanza secundaria.

### ***Aula Invertida (Flipped Classroom)***

El Aula Invertida, Inverted o Flipped Classroom Model (ICM/FCM) o Flipped Learning, es un modelo pedagógico que transfiere el trabajo de determinados procesos de aprendizaje fuera del aula, invirtiendo los momentos y roles de la enseñanza tradicional al utilizar el tiempo de clase para facilitar, potenciar y profundizar el aprendizaje (Moreno et al., 2020). Si se desarrolla de forma adecuada, favorece todas las fases de un ciclo de aprendizaje de la Taxonomía de Bloom (Ormell, 1974). Su uso adecuado requiere de recursos tecnológicos y aunque se desarrolló inicialmente en la enseñanza superior, su uso está muy extendido en las escuelas de primaria norteamericanas (Strelan et al., 2020).

El término aula invertida, originalmente acuñado por (Lage et al., 2000) como inverted classroom (IC) fue usado en principio en la enseñanza de Economía donde el profesor solicitaba un acercamiento al tema previo a la clase (Talbert, 2012; Tucker, 2012). En 2012, Bergmann y Sams, se decantaron por el término Flipped Classroom model (FCM) (Coufal, 2014; Talbert, 2014). En el aula invertida el acercamiento al temario se realiza a través de la tecnología (Pozo-Sánchez et al., 2020).

De otra parte, se observan las siguientes diferencias entre el aula invertida y el aula tradicional. En el modelo tradicional, el docente explica los contenidos a través de clases magistrales y asigna al alumnado actividades o tareas para ser realizadas en casa. En el modelo invertido, el docente guía a los estudiantes, quienes aprenden a su ritmo y disponen de los

contenidos en línea. En el aula se resuelven las dudas individuales (Merla González & Yáñez Encizo, 2016). Por otro lado, destacamos algunos de los beneficios del Flipped Learning; los docentes pueden dedicar más tiempo a la atención a la diversidad, permite al profesorado promocionar el trabajo colaborativo entre toda la comunidad educativa (Trouche et al., 2020), y proporciona al alumnado los recursos en cualquier momento para su aprendizaje (Bond, 2020).

Diferentes estudios demuestran cómo la metodología del aula invertida incide positivamente en el alumnado: en Educación Primaria (Panahi et al., 2019); en Educación Secundaria (López-Belmonte, Fuentes-Cabrera, et al., 2019; Muir, 2020; Wei et al., 2020); y en educación superior (He, 2020a; Hinojo Lucena et al., 2019; Lundin et al., 2018; Sola-Martínez et al., 2019; Weinhandl et al., 2020).

Debido a ello, las percepciones generales del alumnado sobre esta metodología son muy positivas (Sarkar et al., 2020). En cuanto al profesorado, se evidencia que mejora significativamente su rendimiento durante su formación frente a los modelos tradicionales (Ozudogru, 2020) y se observan efectos significativos en el rendimiento académico del alumnado en Matemáticas (Wei et al., 2020). A pesar de la valoración positiva, la evidencia científica sostiene que el efecto sobre la satisfacción del alumnado y del profesorado, es moderado por el tiempo empleado (Strelan et al., 2020).

### ***La Enseñanza por Proyectos***

La Enseñanza por Proyectos (Project-Based Learning PBL), surge de las corrientes innovadoras de comienzos del siglo XX. En 1918, William Heart Kilpatrick trazó las bases de esta metodología guiado por la “filosofía experimental de la educación” que orienta el aprendizaje del alumnado a partir de sus experiencias vitales (Heard-Kilpatrick, 2020; Kilpatrick, 1967). Según la finalidad que se persiga, el aprendizaje por proyectos se clasifica

en cuatro tipos: elaboración de un producto final (Producer's Project); conocer un tema y disfrutar con su conocimiento o experiencia (Consumer's Project); mejorar una técnica o habilidad concreta (Specific learning); o "resolver un problema intelectual desafiante para el protagonista" (Problem Project) (Majó & Baqueró, 2014).

El Aprendizaje por Experiencias o Aprendizaje por Proyectos fomenta el aprendizaje activo del alumnado reforzando el aprendizaje de competencias educativas de forma transversal y multidisciplinar (González, 2008; Vos, 2018), pero además integra de forma práctica valores como la cooperación, la organización y la gestión del tiempo difíciles de enseñar de forma teórica (Sivia et al., 2019). La implicación directa del alumnado, favorece la creatividad, la motivación y a afrontar retos en equipo con una enseñanza inclusiva centrada en el estudiante (Bass, 2012). Este método puede coexistir con el sistema tradicional de enseñanza/aprendizaje, combinando el trabajo expositivo del profesor, con el trabajo colaborativo práctico al desarrollar un proyecto concreto.

Este sistema de realización de proyectos es muy común en la Educación Superior (Sivia et al., 2019). En cuanto a su implementación en educación secundaria y primaria en España, la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, lo recoge como herramienta para potenciar la competencia aprender a aprender en todas las materias. Se considera adecuada para motivar al estudiante desde edades tempranas hacia disciplinas técnicas (Ayerbe-López & Perales-Palacios, 2020) y además, sirve de entrenamiento para la dinámica que seguirá en el futuro tanto académico como profesional (Andrini et al., 2019), aunque la valoración positiva depende de factores educativos, geográficos, recursos tecnológicos disponibles, pero no del nivel educativo ni la ratio (Chen & Yang, 2019).

Esta metodología representa para el docente una alta dedicación, formación y tiempo para mejorar la autoeficacia (Choi et al., 2019). Para favorecer el aprendizaje durante el desarrollo de los proyectos, es recomendable disponer de proyectos ya elaborados, que establezcan una dinámica colaborativa entre el alumnado (Song, 2018) y que refuercen de forma transversal el currículo con una estructura metodológica y con instrucciones claras y sencillas (Sivia et al., 2019).

Choi et al., (2019), sugiere la existencia de una correlación positiva entre la percepción positiva del alumnado hacia el método si el nivel competencial del docente es adecuado. En cambio, no se observa correlaciones positivas significativas entre la metodología empleada y el nivel de creatividad de los estudiantes en el campo de la fluidez y la originalidad (Chmelarova et al., 2020). Entre las causas, el alumnado cita la falta tiempo para mejorar sus trabajos (Chen & Yang, 2019).

### ***Aprendizaje Basado en Problemas***

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) tiene sus orígenes en Canadá, en la Universidad de MacMaster, en la década de los sesenta para mejorar la enseñanza de la medicina, con problemas reales. En Europa aparece una década más tarde, en la Universidad de Maastricht. Más tarde, este método se incorporó a la función docente promoviendo en los estudiantes tres aspectos básicos del currículo: la gestión del conocimiento, la práctica reflexiva y la adaptación a los cambios (Gil-Galván et al., 2021).

El ABP se centra en el estudiante para que adquiera los conocimientos, las habilidades y las actitudes necesarias a través de situaciones de la vida real, que motiven su aprendizaje en las ciencias (Pease et al., 2020). En esencia, consiste en identificar, describir, analizar y resolver tales problemas (Abdullah et al., 2019). El papel del docente no es la de facilitar la información, sino la de dirigir y orientar al alumnado (Bueno, 2018). El uso de problemas concretos supone

el punto de partida para la adquisición de conocimientos nuevos y la concepción del estudiante como protagonista de la gestión de su aprendizaje proporcionándole un “aprendizaje vivencial”. Las bases del problema en el modelo ABP, se estructuran entorno al contexto, contenido y conexión (Yang et al., 2006) como se observa en la Figura 1.

**Figura 1**

*Modelo de Hung para el Diseño del ABP*



*Nota.* Aprendizaje Basado en Problemas, 2006.  
<https://www.redalyc.org/journal/2170/217059664008/movil/>

La diferencia fundamental con el Aprendizaje Basado en Proyectos, es que éste exige a los alumnos un producto final complejo o una acción final que sintetiza el proyecto, mientras que el Aprendizaje Basado en Problemas se centra solo en el proceso, potenciando el aprendizaje basado en la indagación a través de una investigación (Pease et al., 2020).

Algunas de las ventajas asociadas al ABP son: que el aprendizaje es más significativo porque el alumno identifica la utilidad de lo aprendido, es mayor la motivación al resolver problemas asociados a la realidad fomenta el trabajo colaborativo y se desarrolla el pensamiento crítico y creativo (Curay Pilatasig & DT-Cabrera Anda, 2013). De otra parte, la



actitud del alumnado frente a esta metodología, es generalmente positiva y se valora significativamente las competencias adquiridas, sobre todo en las carreras centradas en la rama educativa (Gil-Galván et al., 2021).

El ABP para la enseñanza de las Matemáticas, es compatible con otros modelos pedagógicos como el aprendizaje colaborativo o el Flipped Learning (Jorge-Pozo & Jiménez-Gestal, 2019). Este modelo es más efectivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje para la resolución de problemas en Matemáticas, frente a las metodologías tradicionales (Amalia et al., 2017). La literatura señala que las ventajas del modelo en el pensamiento matemático y en la resolución de problemas en las diferentes investigaciones, no depende del tamaño muestral (Susanti et al., 2020). No obstante, los resultados del informe PISA y TIMSS mostraron que en general, el alumnado presenta puntuaciones muy por debajo de la media internacional en la resolución de problemas matemáticos (Simamora et al., 2017).

### ***Gamificación***

La tercera metodología activa analizada en el presente trabajo, es la Gamificación (Ludificación o Aprendizaje Basado en Juegos), definida como “el uso de estrategias, modelos, dinámicas, mecánicas y elementos propios de los juegos en contextos ajenos a éstos, con el propósito de transmitir un mensaje o unos contenidos o de cambiar un comportamiento, a través de una experiencia lúdica que propicie la motivación, la implicación y la diversión” (Rodríguez Gallego, 2014). Científicamente se puede considerarse como el proceso de aplicar elementos de juego a contextos que no lo son (Zimmerling et al., 2019).

Aunque los videojuegos siempre han tenido un enfoque lúdico, la incorporación de la Gamificación al entorno educativo es relativamente reciente (Vanbecelaere et al., 2020) teniendo en cuenta que la metodología de aprendizaje más efectiva para los niños en Educación infantil, se centra en el juego (Zumbach et al., 2020), desde un enfoque constructivista del

aprendizaje experiencial, a través de la interacción social con el entorno y los compañeros (Lo & Hew, 2020). La Gamificación se apoya en “elementos” (niveles, puntos, insignias, tablas de clasificación, desbloqueo de contenido, obsequios, misiones...) (Zainuddin et al., 2020), que estimulan el aprendizaje al favorecer la resiliencia, el aprendizaje por repetición y la participación colaborativa y competitiva (Ding, 2019).

Bien diseñados, los juegos proporcionan entornos lúdicos de aprendizaje interactivos que facilitan la adquisición de habilidades autodirigidas por el alumnado (Bertram, 2020) , mejoran la motivación y reducen la ansiedad asociado al aprendizaje de las Matemáticas (Fuentes-Cabrera et al., 2020). Con los criterios pedagógicos adecuados y la orientación del docente de Matemáticas, la Gamificación puede tener un impacto positivo significativo en el aprendizaje matemático y/o metacognitivo del alumnado (Verschaffel et al., 2019) y en su rendimiento académico (Holguín García et al., 2020). Teniendo en cuenta los resultados de estudios anteriores, la Gamificación puede ser empleada en todos los niveles académicos o contextos educativos para la enseñanza de las Matemáticas (Vanbecelaere et al., 2020).

En la didáctica de las Matemáticas, la mayoría de juegos educativos, se centran en operaciones con números, álgebra, geometría, medición y análisis de datos y probabilidad (López-Belmonte et al., 2020). Aunque el número de juegos educativos digitales para el aprendizaje de las Matemáticas (Holguín García et al., 2020) y la programación (Lindberg et al., 2019), los juegos digitales de aprendizaje basados en la evidencia para las ciencias en la educación primaria y secundaria, son raras (Bertram, 2020; Zainuddin et al., 2020). Varios estudios avalan su uso en el aula dependiendo de los recursos tecnológicos disponibles (Ahijado et al., 2017; de Prado, 2018). Corresponde al docente incorporarlos de forma efectiva en el aula y establecer los objetivos curriculares (Fiorella et al., 2019). No obstante, la mayoría

de software empleados en la docencia no han sido diseñados para atender las dificultades de los estudiantes de Matemáticas (Mendivil et al., 2019).

Numerosos estudios empíricos señalan las ventajas del aprendizaje a través de la Gamificación por su efecto en la motivación, la autonomía y la competencia digital del alumnado de Matemáticas (Fuentes-Cabrera et al., 2020; Holguín García et al., 2020; Prieto, 2020; Zainuddin et al., 2020). En cambio, otros autores discrepan en relación con los resultados anteriores, argumentan que la Gamificación estimula principalmente la motivación extrínseca, incidiendo negativamente en la motivación intrínseca (Baydas & Cicek, 2019; Ding, 2019; Kyewski & Kraemer, 2018). Es decir, los alumnos participan en las actividades para obtener un premio (puntos, insignias...), no por la satisfacción de adquirir nuevos conocimientos. Por otro lado, en la Gamificación se observa una divergencia entre la interacción virtual y real que puede interferir con el proceso de aprendizaje del alumnado (Shapiro & Stolz, 2019). De igual forma, los costes derivados de los juegos educativos y las tecnologías asociadas pueden condicionar su uso por parte de los docentes en las aulas (Bertram, 2020).

Para subsanar estas limitaciones, algunos autores sostienen que se debe aplicar esta metodología aplicando la mecánica del juego para motivar e involucrar a los estudiantes, aún cuando no se disponga de medios tecnológicos (Zainuddin et al., 2020). En este sentido, hace cuarenta años, un grupo de docentes elaboraron materiales didácticos centrados en el juego como estrategias efectivas para la didáctica de las Matemáticas, y crearon en Valencia el “Grupo Cero”. Esta iniciativa se extendió por toda España promoviendo la creación del Grup Zero de Barcelona y Grupo Azarquiel en Madrid entre otros. Entre los profesores relevantes de esta corriente caben destacar Miguel de Guzmán, Fernando Corbalán, Inés M.<sup>a</sup> Gómez Chacón, Ana García Azcárate, Luis Ferrero y Jordi Deulofeu (Muñoz et al., 2019). Todos ellos,

desarrollaron la Gamificación para la enseñanza de las Matemáticas en España, sin usar las tecnologías.

### *Design Thinking*

El “Design Thinking” surge en el mundo empresarial como una herramienta de gran utilidad enfocada a fomentar la innovación en las organizaciones de una forma eficaz y exitosa al generar importantes beneficios en el diseño de soluciones, mejorando sus resultados comerciales. Lo innovador de esta metodología es que se centra en las personas, para detectar sus necesidades y solucionarlas desde un punto de vista comercialmente viable con la implicación de equipos multidisciplinares (Kwon et al., 2017; Levy, 2017).

Esta metodología ha sido muy valorada por la OCDE y en la estrategia europea 2020 se considera fundamental en la transformación de la educación del siglo XXI (Toledo et al., 2018). En la misma línea, en el Foro Económico Mundial resalta la importancia de la creatividad y las competencias en TIC como competencias clave para afrontar los retos laborales en el futuro (Forum & Group, 2015).

A nivel educativo, el pensamiento de diseño en transforma la forma de pensar y experimentar del alumnado, para hallar soluciones ingeniosas e innovadoras a problemas reales y a ser responsables de su creación (Androutsos & Brinia, 2019). El modelo Design Thinking implica varias fases de desarrollo emocional y psicológico que incluye empatía, ideación de prototipos y reflexión para abordar problemas centrados en las necesidades ajenas y proponer soluciones ingeniosas (Kelley & Kelley, 2013; Purdy, 2014).

Para desarrollar esta metodología, la enseñanza debe trasgredir la escuela y crear una comunidad más amplia de intereses comunes que involucre también a organizaciones y empresas para buscar soluciones reales y económicamente viables (Androutsos & Brinia, 2019). En el ámbito educativo la metodología de Design Thinking supone una herramienta de

enorme potencial para la generación de ideas creativas e innovadoras y la propuesta de soluciones reales a diferentes problemas a través de procesos cooperativos (Castillo-Vergara et al., 2014). El enfoque pedagógico Design Thinking presenta mejor resultados en innovación y co-creatividad que el Aprendizaje basado en Proyectos (Anu et al., 2014). No obstante, el docente novel presenta dificultades a la hora de diseñar contenidos adaptados a este modelo pedagógico (kiyong, 2018).

Desde una perspectiva docente, es una herramienta muy poderosa para crear y desarrollar estrategias metodológicas atractivas y motivadoras para el alumnado (Scoular & Care, 2018). No obstante, es necesario conocer las ventajas científicamente demostradas para que el docente de Matemáticas de secundaria las implemente en el aula (Kwek, 2011). En la Educación Superior, el interés por el modelo Design Thinking sigue creciendo como herramienta para elaborar proyectos de Innovación Educativa (Toledo et al., 2018). No obstante, la disponibilidad de recursos es un factor que limita la aplicabilidad del modelo pedagógico Design Thinking (Androutsos & Brinia, 2019; Kwon et al., 2017).

### ***Aprendizaje-Servicio***

El Aprendizaje Servicio (APS) asocia el aprendizaje del alumnado a una experiencia beneficiosa en forma de servicio a la comunidad desde tres líneas de desarrollo: el currículo académico, la educación en valores y la responsabilidad social (Gómez-Chacón et al., 2020). En este sentido, la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible, establece 17 objetivos con un carácter de transformación e inclusión universal abarcando las tres dimensiones del desarrollo sostenible: la económica, la social y la ecológica

Esta metodología se está extendiendo en la educación universitaria debido a su potencial para reforzar aprendizajes esenciales (Anderson et al., 2019). Además, el APS

favorece las competencias analítica, de gestión y comunicación de la información, de planificación y resolución de problemas y del trabajo colaborativo y organizativo (García & Calleja, 2017). También permite al usuario interactuar con los elementos matemáticos y entenderlos durante el aprendizaje y posteriormente en el servicio prestado (Gómez-Chacón et al., 2020).

Se observa resultados significativos moderados en la educación en ciencias para el desarrollo sostenible tanto en el alumnado como en la formación de docentes (Fernández-Martín et al., 2020). También se observa efecto significativo en el alumnado universitario cuando se desarrollan programas abiertos, no sujetos a las directrices académicas, aunque los resultados difieren en función de los grados (Anderson et al., 2019). Su empleo junto con el Aprendizaje Basado en Problemas refuerza las ventajas de este modelo en aprendizaje autodirigido por el alumnado (Armstrong et al., 2021).

En general, todas estas metodologías pueden integrarse y complementarse ampliando el alcance pedagógico para mejorar el rendimiento académico del alumnado (Huang et al., 2019). Pese a las ventajas del empleo de estas metodologías activas, diferentes autores observan carencias en el modelo desde el punto de vista docente y recomiendan hacer uso de métodos de evaluación específicos que se adapten a cada metodología, tales como el Project-Based Learning (Amable Vivanco-Galván et al., 2018; Portuguez Castro & Gómez Zermeno, 2020; Silva-Juarez et al., 2020), Flipped Learning (He, 2020b; López-Belmonte, Fuentes-Cabrera, et al., 2019) y Gamificación (Bertram, 2020; Sharma & Ali, 2018). No obstante, la literatura científica postula que, la experiencia docente se correlaciona negativamente con los enfoques metodológicos activos (Rodríguez-García & Arias-Gago, 2018).

### **Usos y Recursos TIC**

Artigue (2003) aborda la integración de la tecnología en la didáctica de las Matemáticas y contempla cuatro dimensiones clave: alumno, docente, herramienta y Matemáticas (Lagrange et al., 2003). Destaca siete ideas teóricas centrales que han influido en numerosos estudios

posteriores: el enfoque instrumental para el uso de herramientas, la génesis instrumental, la dualidad pragmático-epistémica, la conexión técnico-conceptual, el trabajo, la relación entre el lápiz y el lápiz versus la técnica instrumentada digitalmente, el aspecto institucional y el trabajo en red de teorías (Bozkurt & Uygan, 2020; Hollebrands & Okumus, 2018; Kieran & Drijvers, 2016).

En la didáctica de las Matemáticas, el uso de tecnologías adecuadas facilita comprensión de procedimientos y la discriminación de datos más relevantes (Trouche et al., 2020). Además, los desarrollos matemáticos en tecnologías dinámicas promueven nuevas prácticas Matemáticas en diferentes contextos como geometría dinámica, estadística y robótica (Olive et al., 2010). Por su parte, Moreno et al (2018) identifica tres formas de integrar los recursos tecnológicos: 1, prestando más atención a los resultados que al proceso de solución, y dando menos importancia a la actividad matemática de los estudiantes; 2, organizando un plan de lecciones teniendo en cuenta la actividad matemática y aprovechar los recursos tecnológicos en la resolución de problemas y 3, utilizando sólo las representaciones dinámicas de los problemas para mostrar las relaciones Matemáticas (Moreno & Llinares, 2018).

En este sentido, los docentes más eficaces establecen puentes pedagógicos entre contenidos y tecnologías a través de la génesis instrumental (Bozkurt & Uygan, 2020; Hollebrands & Okumus, 2018). El proceso por el cual un artefacto se convierte en un instrumento se denomina génesis instrumental (Lagrange et al., 2003). También puede definirse como la conformación del pensamiento que describe el proceso de cómo un artefacto se convierte en un instrumento y muestran los procedimientos en que las tecnologías apoyan el aprendizaje de las Matemáticas (Healy & Lagrange, 2010). La génesis instrumental para la enseñanza de las Matemáticas a través de la tecnología es un proceso complejo que requiere de tiempo (Trouche et al., 2019).

En general, los estudios que analizan las tecnologías en la didáctica de las Matemáticas se han centrado en: las herramientas digitales empleadas, los fundamentos pedagógicos y los objetivos de las actividades y los niveles de integración de la tecnología en la enseñanza Matemáticas (Bray & Tangney, 2017). No obstante, desde el principio, se ha observado disparidad respecto a los marcos teóricos utilizados en el diseño de herramientas tecnológicas (López-Belmonte, Pozo-Sánchez, et al., 2019) y en la realización de investigaciones con estas herramientas (Lagrange et al., 2003) dificultando la generalización de conclusiones. En este sentido, la figura del docente es fundamental para la adecuada integración de las TIC en la enseñanza de las Matemáticas (Forsstrom, 2019).

Los usos innovadores, las aplicaciones tecnológicas, el efecto de las TIC en la enseñanza de las Matemáticas tienen como elemento principal la figura del docente como agente dinamizador de su uso en las aulas (Trouche et al., 2016). Es necesario por tanto, determinar el impacto de los recursos digitales y el desarrollo profesional de los docentes de Matemáticas a través de la tecnología (Trouche et al., 2020) y establecer constructos que midan su conocimiento pedagógico tecnológico (Hsu & Chen, 2019). Además, se recomienda formar a los futuros docentes en didáctica de las Matemáticas mediadas las TIC con una fuerte orientación social por su poder transformador (Ávila & Borges, 2019).

A pesar de cuantificar efectos positivos de las TIC en el rendimiento académico del alumnado, es necesario evaluar estos resultados a través de un análisis profundo de los elementos metodológicos más efectivos para la didáctica de las Matemáticas (Drijvers, 2018). En este sentido, la base didáctica teórica es fundamental para proponer tareas matemáticas interactivas (Gómez-García, Soto-Varela, et al., 2020) y para evaluar los logros alcanzados por el alumnado en cuanto a su aprendizaje (Salles et al., 2020).



*La tecnología en la Educación*

La relevancia de las tecnologías se evidencia por la amplia literatura existente (Ramos & Pineda, 2019; Tarazona Álvarez & Bernabe Villodre, 2019). En el ámbito educativo, si bien el uso de las TIC se inició como apoyo didáctico, en la actualidad proporciona, una amplia variedad de recursos educativos digitales en línea, mayor cobertura de la oferta educativa, habilita el intercambio de saberes y conecta comunidades de aprendizaje (Álvarez-Rodríguez et al., 2019). Su empleo en el aprendizaje colaborativo elimina ciertas barreras espacio-temporales, facilitando la implementación de metodologías activas (García-Martín & Cantón-Mayo, 2019; Herrada & Baños, 2018). En este sentido, se recomienda la formación de los docentes para su implementación en el aula (Baya'a et al., 2019; Pegalajar Palomino, 2017; Romero Martín et al., 2017).

En la última década se ha venido observado un importante cambio en el perfil del alumnado por el avance tecnológico (Benítez Díaz et al., 2019; López & Albaladejo, 2017; Mestrovic & Zugic, 2018). Las redes sociales han ampliado los espacios de comunicación profesor-alumno, que ya no se limita a las aulas (Hershkovitz & Baruch, 2017; Torres, 2015). Los avances tecnológicos suponen un reto constante para muchos docentes (Alonso-García et al., 2019), que subrayan la complejidad de aprender a enseñar Matemáticas con tecnología (Zbiek, 2018). Del mismo modo, se han visto forzados a actualizarse en competencias digitales y a desarrollar nuevas estrategias metodológicas, empleando las TIC para incorporarlas al DPD (Gómez García et al., 2015; Tourón et al., 2018; Zahorec et al., 2019).

El uso de las TIC en la enseñanza depende de diferentes factores. En los docentes, ha influido la edad, el género, cada vez menos, la formación y los usos que hacen de las TIC (Sánchez-Prieto et al., 2019). Además, influye la cantidad y calidad de los recursos TIC que

poseen los centros educativos y las dotaciones económicas que invierten los diferentes países (Alderete et al., 2017; Gui et al., 2018; Rodríguez-Sabiote & Úbeda-Sánchez, 2019).

### ***Recursos TIC***

A pesar de la importancia del uso de las TIC en el aula y sus beneficios, se observa en general, que la enseñanza de las ciencias en Secundaria y en estudios superiores ha permanecido estancada, compartimentada y orientada a la exposición del docente (Bosch et al., 2017; Sánchez-Prieto et al., 2019). Motivados por la resistencia al cambio, los docentes desaprovechan el potencial didáctico de los dispositivos móviles, los subutilizan, lo que sugiere la existencia de un problema de adopción (Sánchez-Prieto et al., 2019).

El informe estadístico de la Sociedad de la Información y la Comunicación en los centros educativos españoles no universitarios (INE, 2020) muestra que durante el curso 2018-2019:

- El porcentaje de aulas con conexión a internet es del 96.8% y el 94.3% tiene conexión inalámbrica.
- El número medio de profesores por ordenador es de 1,9
- La mitad de los equipos disponibles en los centros educativos corresponde a portátiles y tablets.
- El 60.1% de las aulas cuenta con Sistemas Digitales Interactivos (SDI) que engloba a las Pizarras Digitales Interactivas (PDI), mesas multi-touch, paneles y TV interactivos.
- El porcentaje de centros que interviene en experiencias educativas con tecnología se sitúa en el 37.5%, de los cuales el 50.5% son de secundaria y el 40.6% de Formación Profesional.
- La utilización del móvil en el aula, con fines educativos es del 43.0% en secundaria y del 51.3% en bachillerato.

**Competencia digital docente.** Las competencias digitales se definen como “competencias que necesitan desarrollar los docentes del siglo XXI para la mejora de su práctica educativa y para el desarrollo profesional continuo” (INTEF, 2017). En España, el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF), siguiendo las directrices europeas establece el Marco Común de Competencia Digital Docente, como referencia para el diagnóstico y la mejora de las competencias digitales del docente español. El marco se encuentra estructurado en 5 áreas competenciales y 21 competencias evaluables en 6 niveles competenciales, (véase Tabla 1).

**Tabla 1**

*Competencias digitales del INTEF 2017*

Niveles Competenciales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Competencia Básica: A1, A2</li> <li>• Competencia Intermedia: B1, B2</li> <li>• Competencia Avanzada: C1, C2</li> </ul>	
Áreas competenciales	Competencias	
Área 1. Información y alfabetización informacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C.1.1. Navegación, búsqueda y filtrado de información, datos y contenidos digitales.</li> <li>• C.1.2. Evaluación de información, datos y contenidos digitales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C.1.3. Almacenamiento y recuperación de información, datos y contenidos digitales.</li> </ul>
Área 2. Comunicación y colaboración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C.2.1. Interacción mediante las tecnologías digitales.</li> <li>• C.2.2. Compartir información y contenidos digitales.</li> <li>• C.2.3. Participación ciudadana en línea.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C.2.4. Colaboración mediante canales digitales.</li> <li>• C.2.5. Netiqueta.</li> <li>• C.2.6. Gestión de la identidad digital.</li> </ul>
Área 3. Creación de contenidos digitales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C.3.1. Desarrollo de contenidos digitales,</li> <li>• C.3.2. Integración y reelaboración de contenidos digitales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C.3.3. Derechos de autor y licencias.</li> <li>• C.3.4. Programación.</li> </ul>
Área 4. Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C.4.1. Protección de dispositivos.</li> <li>• C.4.2. Protección de datos personales e identidad digital.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C.4.3. Protección de la salud.</li> <li>• C.4.4. Protección del entorno.</li> </ul>

---

Área 5. Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C.5.1. Resolución de problemas técnicos.</li> <li>• C.5.2. Identificación de necesidades y respuestas tecnológicas.</li> <li>• C.5.3. Innovación y uso de la tecnología digital de forma creativa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C.5.4. Identificación de lagunas en la competencia digital.</li> </ul>
---------------------------------	--	---

---

A pesar de que las dotaciones en tecnología son importantes en los centros educativos de secundaria (INE, 2020) y de estudios superiores (Guillén-Gómez & Mayorga-Fernández, 2020), el nivel de competencia digital docente suele ser bajo o medio (Mercader, 2020). Entre las posibles causas se encuentran, las percepciones, actitudes (Rodríguez-García et al., 2019) y usos limitados de los recursos TIC (Liu et al., 2020). Además, se observa usos diferenciados por género, mayoritariamente masculino (Park et al., 2019) y una correlación negativa significativa con la edad y la experiencia docente (Guillén-Gómez & Mayorga-Fernández, 2020).

En la misma línea Gudmundsdottir et al. (2018) y Pettersson et al. (2018) resaltan la ambigüedad del término considerando la existencia de varias competencias digitales y recomiendan la diferenciación entre la competencia digital general y profesional. Estos autores sostienen que el docente profesional competente digitalmente, debe interiorizar las TIC (Gómez-García, Boumadan-Hamed, et al., 2020), ser capaz de adaptarlas al entorno pedagógico e integrarlas en el contexto sociocultural (Gómez-García, Boumadan-Hamed, et al., 2020). Para ello, es necesario una formación específica atendiendo al nivel competencial de acuerdo con un instrumento validado (Tourón et al., 2018). Además, Tourón recomienda un instrumento validado que mida la competencia digital docente, atendiendo a lo establecido en el Marco del INTEF (Tourón et al., 2018).

De otra parte, la continua evolución de la tecnología podría reorientar las competencias digitales docentes hacia otras áreas en desarrollo (Van Der Merwe & Schoonwinkel, 2018). En

la misma línea, el informe Horizon 2020 sobre tendencias de la educación superior, establece que la realidad extendida (que relaciona lo virtual con el mundo físico), mejora el aprendizaje del alumnado, si se emplea un diseño adecuado y un enfoque holístico de enseñanza. Esta área se desarrollará de forma significativa cuando se resuelvan las limitaciones asociadas al elevado coste, conexiones 5G y se forme adecuadamente al docente para la creación de contenidos adaptados para estos entornos de aprendizajes virtuales (EDUCAUSE, 2020).

En la misma línea, el informe Horizon 2021, prevé cambios importantes en la educación global ante futuras crisis como la actual pandemia y propone al profesorado reorientaciones pedagógicas apoyadas en las tecnologías. Estas propuestas incluyen la adopción de modelos mixtos e híbridos, la formación flexible y adaptada en forma de micro-credenciales y el desarrollo de recursos educativos abiertos (REA) para facilitar la formación al alumnado en condiciones de desigualdad con dificultades socioeconómicas, tecnológicas y educativas (EDUCAUSE, 2021).

### *Actitudes hacia las TIC*

La percepción que tienen los docentes hacia las TIC, es uno de los factores que influyen en su uso (Liu et al., 2020). Por otro lado, la actitud es otro factor condicionante hacia el uso de estas (Hinojo-Lucena, Aznar-Díaz, et al., 2019). La actitud, puede definirse como una guía del comportamiento del docente, en coherencia con sus percepciones (Semerci & Aydin, 2018). Asimismo, un estudio reciente clasifica las actitudes en tres dimensiones: una activa, cognitiva y conductual (Maio et al., 2018). La dimensión activa implica los sentimientos y emociones que estimulan la toma de decisiones. Por su parte, la dimensión cognitiva se sostiene en creencias y valores asociadas a la experiencia de cada docente. En cuanto a la dimensión conductual, ésta se centra en el comportamiento e intención del docente frente a una determinada circunstancia ante la que debe actuar (Guillén-Gámez & Mayorga-Fernández,

2020). De forma similar, se pueden clasificar los factores condicionantes en las siguientes categorías: conocimiento, actitud y habilidades (Spiteri & Rundgren, 2020).

Por otro lado, el apoyo percibido por el docente favorece la motivación para incorporar los recursos pedagógicos de las TIC (Tanas et al., 2020). Además, la competencia digital y la motivación están correlacionadas con su integración en el aula (Hsu et al., 2017). De otra parte, la autodeterminación es uno de los modelos motivacionales más influyentes para la mejora de la percepción hacia la tecnología (Moreira-Fontan et al., 2019). En este sentido, la autoeficacia digital y el apoyo percibido por el centro educativo pueden mejorar la motivación de los docentes y su compromiso a la hora de diseñar programas formativos innovadores (Moreira-Fontan et al., 2019). Así mismo, la formación es otro factor que afecta a la percepción de la tecnología y a la incorporación de las TIC en el DPD (Sánchez-Prieto et al., 2019).

La tecnología refuerza habilidades cognitivas y creativas además de competencias comunicativas (Colomo-Magana, Fernández-Lacorte, et al., 2020), pero por sí sola, no aporta valor añadido (OECD, 2016). El mayor rendimiento se observa si el docente aglutina en sus tres dominios las eficacias tecnológica, pedagógica (Hinojo-Lucena, Aznar-Díaz, et al., 2019) y de integración (Kundu et al., 2020). En este sentido, el éxito de las TIC en educación depende en gran medida de la autonomía digital adquirida por los docentes debido a su competencia digital (López-Belmonte, Pozo-Sánchez, et al., 2019), el desarrollo profesional y la formación que reciben los docentes (de Brabander & Glastra, 2020).

En cambio, la tecnología tiene efectos negativos en el proceso enseñanza-aprendizaje. El proceso de enseñanza se ve afectado entre otras, por el efecto negativo del tecnoestrés (estrés asociado a la tecnología), en los docentes (Califf & Brooks, 2020). Los tecnoestresores creadores de estrés asociados a la inseguridad, incertidumbre, invasión, complejidad y sobrecarga inciden significativamente en el burnout del docente y en su desempeño profesional

(Li & Wang, 2020). Estos efectos inciden más en el profesorado de mayor edad (Califf & Brooks, 2020), pero no se observan diferencias de género (Li & Wang, 2020). La autoeficacia reduce significativamente los efectos de los tecnoestresores (Zee & Koomen, 2016).

En cuanto al alumnado, no se observan efectos negativos de la tecnología provocados por el tecnoestrés en los estudiantes al emplear dispositivos móviles (Wang et al., 2020). Por otro lado, los hallazgos revelan un impacto negativo de las TIC que requieren de una participación activa por parte del alumnado (Comi et al., 2017). Este efecto negativo se reduce de forma significativa si los docentes poseen una buena competencia digital (Comi et al., 2017).

### ***Empleo de las TIC***

En los últimos años, la educación ha sufrido una transformación sustancial como consecuencia del efecto de las TIC (Skiba, 2017; Varela-Ordorica & Valenzuela-González, 2020; Wang & Dostal, 2017). Las estrategias metodológicas se han desarrollado gracias a la tecnología, fortaleciendo las metodologías activas. Entre ellas, destacan Flipped Learning (Bond, 2020; Lo et al., 2018), Aprendizaje Basado en Juegos (Beserra et al., 2019; Deng et al., 2020; Vanbecelaere et al., 2020) y Aprendizaje Basado en Problemas o en Proyectos (Dalby, 2019; Mora et al., 2020). En el mismo sentido, diferentes estudios analizan el empleo de las TIC para la enseñanza de las Matemáticas en primaria (Deng et al., 2020; Kim, 2020; Panahi et al., 2019), en secundaria (Dalby & Swan, 2019; Lo et al., 2018) y en estudios superiores (Mora et al., 2020). Incluso, se muestra la importancia de su integración en las aulas con alumnado con discapacidad (Fernández Batanero et al., 2019).

Por otro lado, la literatura disponible postula que el uso adecuado de las TIC favorece el trabajo colaborativo (Dalby, 2019), el aprendizaje del alumnado (Andersen et al., 2020; Mikropoulos, 2018) y repercute en su rendimiento (Alemayehu & Natarajan, 2018; Guillén-Gámez & Mayorga-Fernández, 2020). Sin embargo, los docentes continúan usando

metodologías tradicionales con libros de texto y pizarra (Dostal et al., 2017). Además, hacen un uso limitado de la tecnología centrándose principalmente en buscar información de Internet o para fines administrativos (Fernandes et al., 2018). En cuanto a las PDI, las emplean principalmente como herramienta de exposición en las aulas (Chen et al., 2020) y no tienen en cuenta su potencial pedagógico (Brecka et al., 2019; Mercader, 2020). Este enfoque de la enseñanza centrado en el profesorado no fomenta el trabajo participativo y colaborativo del alumnado (Aflalo et al., 2018) ni se beneficia de las funciones innovadoras de las PDI (Kearney et al., 2018). Del mismo modo, los docentes no incorporan las tecnologías educativas actuales para mejorar su DPD (Liu et al., 2020).

### ***Edad, género y experiencia docente***

Los profesores noveles manifiestan actitudes más favorables hacia el uso de las TIC en el aula (Semerci & Aydin, 2018). No obstante, carecen de competencias digitales que incluyan el aprendizaje permanente, el aprovechamiento óptimo de las TIC y su uso para implementar metodologías activas (García et al., 2020). En general, muestran destrezas adquiridas en su etapa de estudiantes como navegar, interactuar, compartir información, almacenar y recuperar datos y contenidos digitales (Napal Fraile et al., 2018). En este sentido, la experiencia docente se correlaciona negativamente con la competencia digital, con su integración y su uso pedagógico en el aula (Hinojo-Lucena, Aznar-Diaz, et al., 2019; Hsu et al., 2017). Además, se postula que la edad y la experiencia docente no influyen en la actitud hacia la tecnología, aunque en las enseñanzas superiores la aceptación por parte del profesorado universitario es más amplia (Guillén-Gámez & Mayorga-Fernández, 2020).

Atendiendo al género, un reciente informe de la Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo (International Association for the Evaluation of Educational Achievement, IEA) señala una diferencia significativa en el uso de las TIC, en casi



todos los países de estudio a favor del profesorado masculino (Mintos et al., 2019). Las diferencias de género se atribuyen a una baja confianza en el uso de la tecnología por parte de las mujeres (Gebhardt et al., 2019). En el mismo sentido, se concluye que las profesoras hacen menos uso de las PDI que los profesores (Park et al., 2019). Igualmente, Chen et al. (2020) afirma que los profesores poseen mayor capacidad hacia la resolución de problemas técnicos, favoreciendo su uso en el aula. Además, los profesores muestran menores niveles de ansiedad y mayor confianza que las profesoras (Cussó-Calabuig et al., 2018).

Por otro lado, un estudio reciente sobre las percepciones y usos de las TIC por los docentes muestra que las diferencias de género no son significativas en cuanto al uso pedagógico de las TIC (Sánchez-Prieto et al., 2020). En cambio, se observa diferencias poco significativas a favor del profesorado femenino en la enseñanza de las TIC (Gebhardt et al., 2019). Por ello, diversos autores recomiendan estructurar programas formativos que promuevan la participación de la mujer para eliminar la brecha digital de género (Prendes-Espinosa et al., 2020).

# Justificación

A pesar de la importancia del uso de las TIC en el aula y sus beneficios, en general, la didáctica de las Matemáticas en niveles de secundaria y estudios superiores ha permanecido estancada, compartimentada y orientada a la exposición del docente de Matemáticas (Bosch et al., 2017; Sánchez-Prieto et al., 2019). En línea con lo anterior, se observa un uso limitado de software educativo (Esfijani & Zamani, 2020) y del hardware (Fernandes et al., 2018; Liu et al., 2020). En la misma línea, se evidencia que el uso de las PDI, se subutiliza como pizarras tradicionales o como herramienta de presentación y no se aprovechan todas las posibilidades que ofrece para la enseñanza de las Matemáticas (De Vita et al., 2018).

Incluso en el caso de los docentes con experiencia en el uso de las PDI, escasamente se emplean para mejorar el aprendizaje del alumnado de Matemáticas (Loong & Herbert, 2018). Así mismo, motivados por la resistencia al cambio, los docentes desaprovechan el potencial didáctico de los dispositivos móviles y los subutilizan (Sánchez-Prieto et al., 2019). En la misma línea, se demuestra que la incorporación de las TIC al DPD está condicionado por varios factores como las características y cantidad de los recursos tecnológicos disponibles (Gui et al., 2018).

A pesar de que las dotaciones en tecnología son importantes en centros educativos de secundaria (INE, 2020) y de estudios superiores (Guillén-Gámez & Mayorga-Fernández, 2020), el nivel de competencia digital de los docentes suele ser bajo o medio (Mercader, 2020). De otra parte, percepciones, actitudes y usos metodológicos de las TIC son factores a tener en cuenta (Liu et al., 2020), y además, la evidencia sugiere usos diferenciados por género (Park et al., 2019), edad y experiencia docente (Guillén-Gámez & Mayorga-Fernández, 2020). Por ello, se considera necesario profundizar en la relación entre el docente de Matemáticas y las TIC.

La Ciudad Autónoma de Melilla cuenta con las tasas de abandono temprano, de fracaso escolar y las ratios por aula más altas de España y de Europa (Estado, 2019). El estudio del

profesorado se justifica al considerarse como uno de los factores que inciden de forma significativa en la motivación del alumnado y en su rendimiento académico en Matemáticas (Andersen et al., 2020; Kim, 2020). La presente tesis aborda dos aspectos fundamentales asociados al docente de Matemáticas: El uso adecuado de las tecnologías para el DPD y el empleo de estrategias pedagógicas y metodológicas que favorezcan el proceso de enseñanza-aprendizaje.

# Hipótesis y Objetivos

Teniendo en cuenta estos antecedentes, se estructura un trabajo de investigación para indagar en el DPD, partiendo de varias hipótesis y objetivos que dan sentido a este trabajo de y permiten orientarlo dentro del rigor científico exigido. Se propone la siguiente distribución entre objetivos generales, objetivos específicos e hipótesis para facilitar su interpretación y seguimiento dentro de la presente tesis.

## **Objetivos e Hipótesis 1**

### ***Objetivo General O.G.1***

Analizar la práctica docente del profesorado de Matemáticas de la C.A. de Melilla.

### ***Objetivos Específicos O.E.1***

- O.E.1.1. Evaluar las variables del indicador B.2 “Práctica docente” que mejor definen al profesorado de Matemáticas de Melilla.
- O.E.1.2. Determinar las preferencias docentes entorno a los modelos pedagógicos y metodologías activas del indicador B.1 “Metodologías y Modelos Pedagógicos”
- O.E.1.3. Estimar la influencia de las variables de los indicadores B.2 “Práctica Docente” y B.3 “Ratios”, entorno a la elección de modelos pedagógicos y metodologías activas.
- O.E.1.4. Analizar si el perfil de los docentes es homogéneo.
- O.E.1.5. Analizar la incidencia del género en las variables de los indicadores B.1 “Metodologías y Modelos Pedagógicos” y B.2 “Práctica Docente”.

### ***Hipótesis H.1***

- H.1.1. El profesorado de Matemáticas emplea asiduamente las metodologías activas y los modelos pedagógicos para la enseñanza de las Matemáticas.

- H.1.2. Se observan diferencias en el empleo de las metodologías activas y los modelos pedagógicos para la enseñanza de las Matemáticas en función del género, la edad y la experiencia docente.
- H.1.3. El perfil del profesorado entorno a la práctica docente no es homogéneo.
- H.1.4. Las ratios elevadas dificultan el empleo de estrategias metodológicas activas en el aula.
- H.1.5. Las variables del indicador B.2 “Práctica Docente” explican totalmente la variabilidad de las puntuaciones del indicador B.1 “Metodologías y Modelos Pedagógicos”.

### **Objetivos e Hipótesis 2**

#### ***Objetivo General O.G.2***

Analizar el papel de las tecnologías (formación, usos y recursos de las TIC) en el desarrollo profesional docente del profesorado de Matemáticas de la C.A. de Melilla.

#### ***Objetivos Específicos O.E.2***

- O.E.2.1. Evaluar la competencia digital del docente de Matemáticas de Melilla.
- O.E.2.2. Estimar la relación entre los docentes de forma individualizada y por clústeres, entorno a las puntuaciones obtenidas, relativas a las dimensiones anteriores.
- O.E.2.3. Determinar los ítems más relevantes de las dimensiones “B. Matemáticas y Práctica Docente”, “C. TIC en el Entorno del Profesorado” y “D. Usos, Recursos y Dominio de las TIC” en el DPD del docente.
- O.E.2.4. Analizar la incidencia de las variables edad, experiencia docente y género en las variables tecnológicas.

***Hipótesis H.2***

- H.2.1. El profesorado de Matemáticas de Melilla presenta un nivel alto en competencia digital.
- H.2.2. El profesorado de Matemáticas mantiene una formación continua en las TIC.
- H.2.3. El profesorado de Matemáticas emplea mucho las TIC para impartir docencia.
- H.2.4. El profesorado usa más hardware que software para la enseñanza.
- H.2.5. Influye el género, la edad y la experiencia docente en el uso de las TIC.
- H.2.6. Existe relación entre los ítems de los indicadores de Formación, Usos y Recursos en TIC en la práctica docente.

**Objetivos e hipótesis 3*****Objetivo General O.G.3***

Evaluar la posible relación entre las percepciones de los docentes de Matemáticas hacia las TIC, la motivación hacia las mismas y su uso pedagógico en el aula.

***Objetivos Específicos O.E.3***

- O.E.3.1. Analizar las percepciones y motivaciones de los docentes de Matemáticas en torno a las TIC.
- O.E.3.2. Identificar los clústeres que permitan agrupar al profesorado en torno a sus percepciones y motivaciones.
- O.E.3.3. Determinar el tamaño muestral necesario para detectar diferencias significativas.

***Hipótesis H.3***

- H.3.1. La motivación y la percepción hacia las TIC influye en la formación digital.
- H.3.2. La motivación y la percepción hacia las TIC condiciona su uso.



- H.3.3. Se observan diferencias en la motivación y la percepción hacia las TIC debido al género, edad y experiencia docente.

### **Objetivos e Hipótesis 4**

#### ***Objetivo General O.G.4***

Analizar factores tecnológicos que podrían incidir en el empleo de modelos pedagógicos y metodologías activas a través de las percepciones del profesorado de Matemáticas de Melilla en su DPD.

#### ***Objetivo Específico O.E.4***

Identificar las variables tecnológicas y académicas de los indicadores B.2 “Práctica Docente”, B.3 “Ratios”, C.1 “Formación TIC”, C.2 “TIC y Docencia”, C.3 “Recursos TIC”, C.5 “Comunicación and Colaboración” y D.3 “TIC en el Aula”, que podrían incidir en la elección de los modelos pedagógicos y las diferentes metodologías del estudio.

#### ***Hipótesis H.4***

- H.4.1. Las variables tecnológicas del estudio influyen en la elección del modelo pedagógico y las diferentes metodologías analizadas en el indicador B.1 “Metodologías y Modelos Pedagógicos”.
- H.4.2. Las variables ADA, AEC, VED, EAA, ODA, EDP, MTM, HPC, DCT, DAT, DRT, VTC, VAC y GEN no son buenas predictoras de UPM, UGM, UAM, UAP, UDM, UAC, y UOM.
- H.4.3. Existe relación entre las variables tecnológicas de mayor impacto de los indicadores anteriores.
- H.4.4. El profesorado de Matemáticas se puede agrupar en clústeres, entorno a las puntuaciones de las variables de mayor impacto de los indicadores del estudio.

Para alcanzar los objetivos marcados, se estructura un desarrollo analítico para indagar en el DPD de las dimensiones e indicadores siguientes:

- Se evalúa la práctica docente entorno a las variables del Indicador B1. “Metodologías y Modelos Pedagógicos” empleando un análisis bayesiano.
- Se analiza la competencia digital del profesorado a través de sus percepciones sobre la formación, el uso y el dominio de las TIC en general. Se estudian las dimensiones “B. Matemáticas y Práctica Docente”, “C. TIC en el Entorno del Profesorado” y “D. Usos, Recursos y Dominio de las TIC”. Los indicadores empleados son B.2 “Práctica Docente”, C.1 “Formación en TIC”, C.2 “TIC y Docencia”, D.3 “TIC en el Aula” y D.5 “Dominio de las TIC”.
- Se estudia la posible relación entre las percepciones de los docentes de Matemáticas hacia las TIC, la motivación hacia las mismas y su uso pedagógico en el aula. También se analizan las dimensiones “B. Matemáticas y Práctica Docente” y “C. TIC en el Entorno del Profesorado”. Variables empleadas de los indicadores “B.2 Práctica Docente”, “C.1 Formación en TIC,” “C.2 TIC y Docencia”, “C.3 Recursos TIC” y “C.4 Motivación”.
- Se determinan los factores y variables que podrían incidir en el empleo de modelos pedagógicos y metodologías activas por parte del profesorado de Matemáticas. Las variables del estudio corresponden a los indicadores “B.2 Práctica Docente” y B.3 “Ratios” de la dimensión “B. Matemáticas y Práctica Docente”, los ítems de los indicadores “C.1 Formación en TIC,” “C.2 TIC y Docencia” y C.5 “Comunicación y Colaboración” de la dimensión “C. TIC en el Entorno del Profesorado” y los ítems del indicador D.3 “TIC en el Aula” de la dimensión “D. Usos, Recursos y Dominio de las TIC”.

# Metodología

Esta investigación persigue un análisis amplio de la función docente con implementación de las TIC. Se pretende analizar dimensiones ligadas a la función docente; tales como edad, género, formación, técnicas metodológicas empleadas, aspectos motivacionales, uso y dominio de las TIC y recursos con que cuenta el docente en el aula y en el hogar. Para la consecución de los objetivos planteados, se ha aplicado el método cuasi-experimental sin pre-post y sin grupo control. El enfoque, ha sido observacional de corte cuantitativo con carácter descriptivo (Vallés-Martínez et al., 1999). Para recabar los datos deseados, se utiliza como instrumentos los cuestionarios cerrados. Éstos, se consideran adecuadas como técnica de recopilación de datos en investigación educativa (Cohen & Manion, 1990). Sin embargo, este instrumento, presenta limitaciones a la hora de establecer relaciones causales (Ragin, 2007).

El empleo de cuestionarios permite contrastar hipótesis mediante relaciones entre diferentes variables y describir las características de una población o subpoblaciones (Cohen & Manion, 1990). El cuestionario de la presente tesis asciende a un total de 107 ítems y abarca 5 dimensiones y 23 indicadores relativos a la práctica docente y a los usos y recursos TIC por parte del docente de matemáticas de la C. A. de Melilla. Las dimensiones analizadas son A. *“Datos Generales de Profesorado”*, B. *“Matemáticas y Práctica Docente”*; C. *“TIC en el Entorno del Profesorado”*; D. *“Usos, Recursos y Dominio de las TIC”*; E. *“TIC y Sociedad”*.

1. A. *“Datos Generales de Profesorado”*

Esta dimensión recoge los datos generales del profesorado (Género, edad, experiencia docente, situación laboral, formación académica y competencia idiomática),

2. B. *“Matemáticas y Práctica Docente”*.

Esta segunda dimensión aborda las diferentes metodologías empleadas por el profesorado de Matemáticas, *las Ratios en el aula y ejercicio del DPD*.

3. C. *“TIC en el Entorno del Profesorado*.

*Este apartado del instrumento recoge aspectos relativos a la formación TIC, el empleo de esta para la docencia, los recursos tecnológicos disponibles en el entorno educativo, la percepción y motivación hacia su uso, la comunicación y colaboración digital.*

4. D. *“Usos, Recursos y Dominio de las TIC*.

*En esta dimensión, se analizan los recursos TIC disponibles en el hogar del profesorado, la edad de comienzo en el uso de diferentes dispositivos tecnológicos, sus usos en el hogar y en el aula, la competencia digital docente y el consumo en tecnología durante los días laborables y festivos.*

5. E. *“TIC y Sociedad”*.

*Centrado principalmente en la percepción que tiene el docente de las TIC hacia aspectos sociales como igualdad, interculturalidad y multiculturalidad.*

En la siguiente tabla se relacionan las dimensiones y los indicadores recogidos en el instrumento:

**Tabla 2**
*Relación entre Dimensiones e Indicadores del Estudio*

Constructo	Dimensión	Indicadores	Ítems	
Percepciones del Profesorado en el Proceso de Enseñanza de las Matemáticas con Implementación de las TIC	A. Datos del Profesorado	A.1 Datos Generales	A.11-A.17	
		A.2 Formación	A.21-A.24	
		A.3 Idiomas	A.31-A.35	
	B. Matemáticas y Práctica Docente	Modelos Pedagógicos	B.1 Metodologías y	B.11-B.18
			B.2 Práctica Docente	B.21-B.28
		B.3 Ratios	B.31-B.34	
	C. TIC en el Entorno del Profesorado	Modelos Pedagógicos	C.1 Formación en TIC	C.11-C.20
			C.2 TIC y Docencia	C.21-C.29
			C.3 Recursos TIC	C.31-C.35
			C.4 Motivación	C.41-C.44
			C.5 Comunicación y Colaboración	C.51-C.58
			C.6 Tareas	C.61-C.62
			C.7 Percepción	C.71-C.75
	D. Usos, Recursos y Dominio de las TIC	Modelos Pedagógicos	D.1 Recursos TIC en Casa	D.11-D.17
			D.2 Inicios TIC	D.21-D.25
			D.3 TIC en el Aula	D.31-D.37
			D.4 TIC en Casa	D.41-D.45
			D.5 Dominio de las TIC	D.51-D.55
			D.6 Consumo TIC Días laborables	D.61-D.66
			D.7 Consumo TIC Días Festivos	D.71-D.76
	E. TIC y Sociedad	Modelos Pedagógicos	E.1 Multiculturalidad	E.11-E.12
E.2 Igualdad			E.21-E.22	
E.3 Interculturalidad			E.31-E.32	

## Población y Muestra

Para la presente tesis, se ha analizado dos poblaciones académicas diferentes, con el fin de contrastar la información y obtener una visión más amplia de la investigación. Por un lado, se evalúa al docente de Matemáticas de la ciudad y por otro, a los directores de los centros educativos. Por tanto, el universo de la investigación está formado por el profesorado de Matemáticas y los directores de los centros de secundaria de la C. A. de Melilla. Para determinar la población de docentes de la investigación se seleccionó con los siguientes criterios de inclusión: 1) Residir en la C.A. de Melilla, 2) Ser docentes de ESO y Bachiller y 3) Impartir la materia de Matemáticas durante el curso 2018-2019. Con los criterios anteriores, la población asciende a un total de 73 docentes de los cuales el 34.25% son mujeres. En cambio, el de directores asciende a 8 (25% mujeres).

Debido a la población reducida de directores, se tomó como muestra  $n=N=8$ , mientras que la muestra tomada ha sido de 61 docentes, mediante muestreo no probabilístico de conveniencia (Ragin, 2007), abarcando la totalidad de centros de la ciudad, para minimizar el sesgo, alcanzando el 83.56% de la población, de los cuales el 34.42% son mujeres (40 hombres y 21 mujeres). Se considera que la muestra obtenida es representativa al superar el 30 % de la población (Cohen & Manion, 1990). La distribución de edades fue la siguiente: 5 menores de 30 años (8.20%); 16 entre 31 y 40 años (26.23%); 25 entre 41 y 50 años (40.98%); 8 entre 51 y 60 años (13.11%) y 7 mayores de 61 años (11.48%).

Debido al tamaño reducido de la muestra, fue necesario calcular la potencia estadística del presente trabajo de investigación. Para ello, se empleó la función “pwr.t.test”, cuyos parámetros fueron:  $d = 0.77$ ;  $\text{sig.level} = 0.05$ ;  $\text{power} = 0.99$ ;  $\text{alternative} = \text{greater}$ ). El resultado muestra que son necesarios al menos 53 sujetos para detectar diferencias significativas. La muestra obtenida lo supera, lo que permite generalizar nuestros hallazgos.

## Instrumento de Recopilación de Datos

El cuestionario ha de elaborarse para que sea claro, sin ambigüedades y su realización favorezca la participación del encuestado (Cohen & Manion, 1990). Los dos instrumentos cuantitativos empleados en la presente tesis (profesorado de Matemáticas y de directores), se configuraron con el criterio anterior y se diseñaron ad hoc con ítems cerrados Likert de 4 niveles graduados (1: Nada, 2: Poco, 3: Bastante, 4: Mucho) para la mayoría de los ítems. El proceso seguido para su elaboración, estuvo compuesto por el siguiente procedimiento estructurado: (1) revisión de la literatura sobre el DPD y los usos y recursos TIC por parte del profesorado en general y de Matemáticas en particular; (2) establecimiento de las dimensiones e indicadores del cuestionario; (3) formulación de ítems; (4) validez de contenido a través del juicio de expertos; (5) Juicio de expertos y construcción final del cuestionario y (6) Determinación de la fiabilidad y consistencia interna del cuestionario. (Cisneros-Cohernour et al., 2012; Cohen & Manion, 1990; Rosenbluth et al., 2016).

Para la configuración del cuestionario se han tenido en cuenta los siguientes instrumentos:

- The Development of In-Service Mathematics Teachers' Integration of ICT in a Community of Practice: Teaching-in-Context Theory (Baya'a et al., 2019).
- Teachers' Attitudes to Incorporation Digital Means in Teaching Process in Relation to the Subjects they Teach (Zahorec et al., 2019).
- Concepciones de los docentes no universitarios sobre el aprendizaje colaborativo con TIC (Martín & de Arriba, 2017).
- Evaluación formativa, competencias comunicativas y TIC en la formación del profesorado (Romero Martín et al., 2017).



- Estrategias metodológicas para el desarrollo del pensamiento lógico-matemático (Hidalgo, 2017).
- Impacto del uso de estrategias metacognitivas en la enseñanza de las matemáticas (Mato-Vázquez et al., 2017).
- Validación de constructo de un instrumento para medir la competencia digital docente de los profesores (CDD)/Construct validation of a questionnaire to measure teachers' digital competence (TDC) (Tourón et al., 2018).
- La formación del profesorado en competencia digital: clave para la educación del siglo XXI (Rodríguez-García et al., 2017).

### **Procedimiento de Recopilación de Datos**

El procedimiento seguido para la recopilación de datos fue diferente dependiendo del sujeto encuestado:

- En el caso del profesorado de Matemáticas, se usó como medio principal de difusión de la investigación, los canales de comunicación de la Sociedad Melillense de Educación Matemática, SMEM. A través de ella, se solicitó expresamente la colaboración de todo el profesorado de secundaria, independientemente de su condición laboral. También se pidió la colaboración del colectivo docente a través de los departamentos de Matemáticas y del equipo directivo de los diferentes centros educativos.

A todos ellos, se les solicitó que respondieran de forma general, respecto a la docencia de las Matemáticas impartida durante el tercer trimestre del curso 2018-2019. Se consideró oportuno ese intervalo, puesto que, durante ese periodo, el profesorado tuvo tiempo de conocer bien al alumnado y completar en gran medida su DPD.

- En el caso del cuestionario para directores de centros de secundaria de la ciudad, fue necesario una autorización previa de la Dirección Provincial del Ministerio de Educación y Formación Profesional de Melilla (Anexo I). La solicitud se cursó con una petición adicional de información sobre el alumnado de secundaria y bachiller de la ciudad durante el periodo 2008-2019: número de alumnos matriculados, número de aprobados y número de repetidores. Toda esta información aparece diferenciada por género.

Antes de pasar el cuestionario, los individuos de ambas muestras fueron informados de la naturaleza del presente estudio y cumplieron los cuestionarios de forma voluntaria. Además, el tratamiento de los datos se realizó conforme a los principios éticos y desde la normativa vigente acerca de la ley de protección de datos personales.

Para garantizar la fiabilidad de la recogida de datos, se pasaron los cuestionarios en línea a través de Google Forms, evitando los errores potenciales de los codificadores (Cohen & Manion, 1990). Además, estos formularios registran la fecha y hora en que se rellena el cuestionario confiriendo credibilidad a la toma de datos.

### **Validación del Instrumento**

El instrumento ha sido validado por juicio de expertos para determinar los valores de fiabilidad y validez. También se ha verificado la consistencia interna de la matriz de datos obtenida, comprobando la coherencia de los ítems. Los resultados fueron óptimos puesto que el Tucker Lewis Index of factor in reliability fue de 0.965. Además, para la validación del instrumento, se empleó el criterio de Kaiser-Guttman y el método de “broken stick”.

Para una validación amplia del instrumento, se ha empleado diferentes algoritmos, con el propósito de determinar el número de dimensiones óptimas de este.

*Validación a través de un isolation forest empleando el algoritmo h2o*

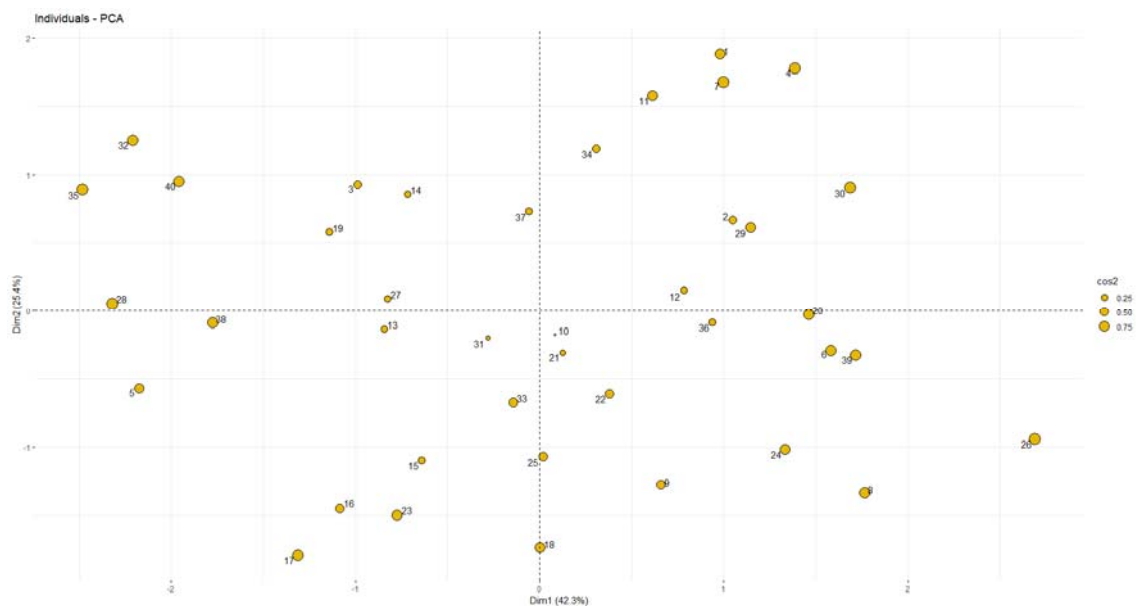
Los resultados del isolation forest fueron:

- T1: L, RRRL, RRRL, RLL, RRRL
- T2: LRR, LRR, R, L
- T3: R, R, R, R
- T4: RL, RL, RL, RL

Como se puede observar, el instrumento con 4 dimensiones presenta una buena consistencia interna. Para analizar posibles outliers se ejecuta un análisis de componentes principales (PCA) para toda la muestra.

**Figura 2**

*Análisis de Componentes Principales (PCA)*



*Nota.* Contribución de los participantes a las distintas dimensiones.

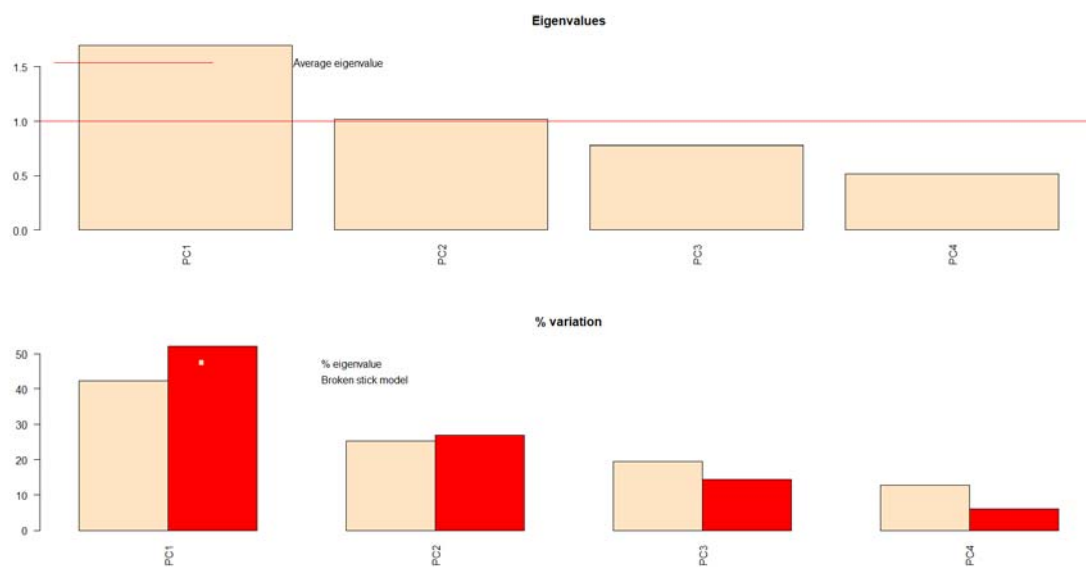
En base a estos resultados, salvo los participantes 10, 21 y 31, se puede concluir que el resto de los individuos tuvieron un  $\cos^2$  similar.

### ***Validación a través del criterio de Kaiser-Guttman.***

Para validar las dimensiones del trabajo de investigación, se emplea el criterio Kaiser-Guttman (Figura 3).

**Figura 3**

#### *Criterio de Kaiser-Guttman*



*Nota.* Criterio para seleccionar los ejes/dimensiones óptimos.

La Figura 3 señala que se puede reducir las dimensiones de la investigación y que todas las preguntas pueden ser agrupadas en torno a dos dimensiones.

### ***Validación a través de un análisis factorial tomando como referencia todas las dimensiones teóricas del instrumento***

El segundo criterio empleado fue el análisis factorial cuyos resultados del fueron los siguientes:

- The degrees of freedom for the null model are 190 and the objective function was 5.37 with Chi Square of 282.14

- The degrees of freedom for the model are 100 and the objective function was 2.06
- The root mean square of the residuals (RMSR) is 0.06
- The df corrected root mean square of the residuals is 0.09
- The harmonic number of observations is 61 with the empirical chi square 91.05 with prob < 0.73
- The total number of observations was 61 with Likelihood Chi Square = 101.37 with prob < 0.44
- Tucker Lewis Index of factoring reliability = 0.965
- RMSEA index = 0.063
- BIC = -309.72

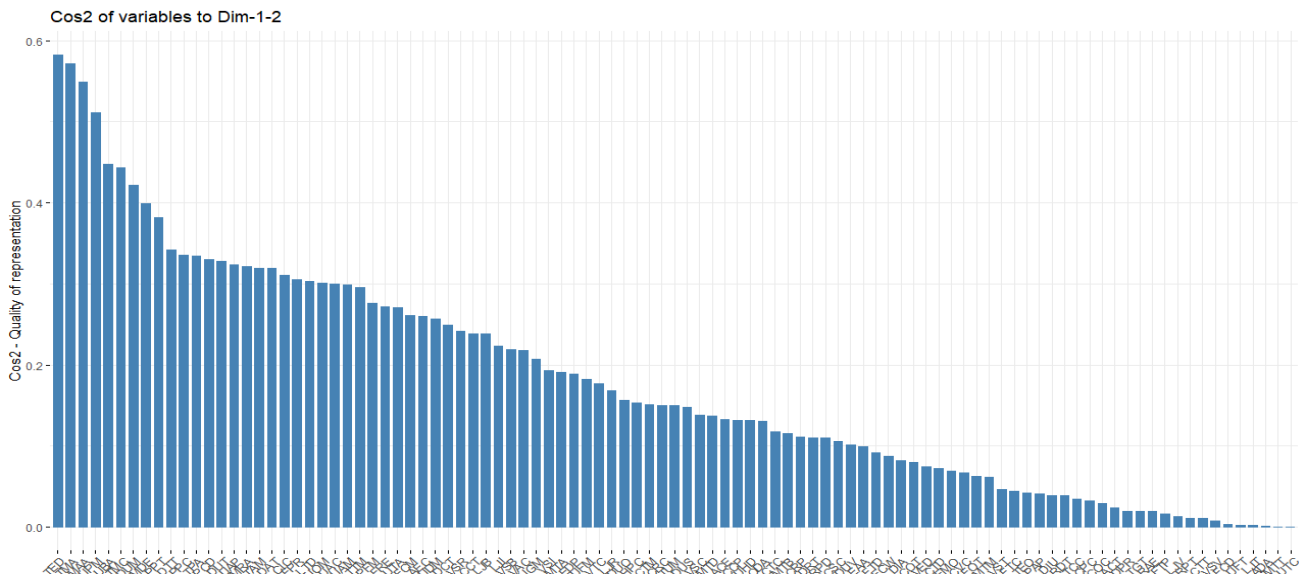
Los resultados fueron óptimos puesto que el Tucker Lewis Index fue superior a 0.9.

### *Validación del cuestionario de profesores*

En cuanto a la validación del cuestionario del profesorado, se realizó un PCA a través de un scree plot.

### **Figura 4**

### *Análisis de Validación mediante PCA*



*Nota.* Validación del cuestionario de profesores atendiendo al cos2.

Se aprecia de la Figura 4, que las últimas variables pueden ser eliminadas en base a la calidad de su representación. Es decir, las variables que se pueden suprimir por su baja puntuación son: FCD, UFT, LJT, ADA, MTT y UTC. No obstante, al no quedar por debajo de 0.0, se descartó esta posibilidad.

### **Estadística Inferencial**

Para el análisis estadístico global de la matriz de datos obtenida, se emplea el software R Studio 1.3.1073 y el software Python. En la ejecución de la estadística inferencial, se corrigen los outliers con la mediana y se aplica el Algoritmo de Yeo-Johnson para mejorar la normalidad (Yee, 2004; Yeo & Johnson, 2000). Por último, se determina el vif (variance inflation factor) siendo en todos los casos inferior a 10, luego no se necesita eliminar ninguna de las variables de la presente investigación.

# Resultados

Los resultados de la presente investigación aparecen estructurados en 7 estudios sobre el DPD del profesorado de Matemáticas de Melilla, agrupados en 4 bloques.

1. Cálculo del tamaño muestral mínimo
2. Estudios sobre la práctica docente
  - 2.1. Preferencias Metodológicas
  - 2.2. Metodología y recursos TIC
  - 2.3. Metodología, Práctica docente y recursos TIC
  - 2.4. Metodología, Ratios, Práctica docente y variables tecnológicas
3. Estudio sobre el efecto de la percepción y motivación en la formación y usos TIC.
4. Estudio sobre otros factores que inciden en los usos de las TIC.

Cada uno de los estudios anteriores se inicia con:

- Un breve análisis descriptivo mediante tablas de valores del modelo bayesiano, que permite obtener un perfil detallado del docente de Matemáticas de Melilla y contextualizar con el estudio en cuestión.
- Un análisis amplio con R studio, empleado diferentes recursos estadísticos apropiados para el fin objeto de estudio. Entre las herramientas estadísticas empleadas para el análisis de datos cabe citar el criterio de Kaiser-Guttman para seleccionar aquellos ejes que representan una variación interesante de los datos, el análisis de componente principales (PCA) utilizado para reducir la dimensionalidad y evitar problemas de colinealidad, el análisis de correlaciones lineales entre las variables del estudio, el análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) ejecutado con Python, para contrastar los resultados del PCA. También se evalúa la agrupación del profesorado mediante el análisis de redes, empleando el



algoritmo de Random Forest. Para analizar los clústeres más destacados, se efectúa un Partitioning Around Medoids. En cuanto a la identificación de variables que tienen una influencia significativa en cada una de las elecciones pedagógicas del estudio, se aplica un análisis de regresiones y un mapa de calor para identificar el perfil del profesorado entorno a la puntuación asignada a las variables de mayor impacto.

### **Tamaño Muestral Mínimo**

Como primer estudio, conviene determinar si el tamaño muestral obtenido es suficiente para identificar diferencias significativas y poder generalizar así los resultados del estudio.

En el cálculo del tamaño muestral mínimo, se empleó la prueba U de Mann-Whitney, más concretamente el Wilcoxon rank sum test with continuity correction, al tener dos grupos independientes (hombres y mujeres), y ser los regresores o predictoras variables ordinales. Para determinar el tamaño muestral necesario en el caso de diferencias significativas de género, se utilizó la variable DIU. La razón de ello radicó en que es necesario emplear dos variables para este tipo de análisis y los resultados expuestos se efectuaron sobre la variable que tuvo un menor p-valor, esto es, DIU ( $n = 53.88963$ ;  $d = 0.77$ ;  $\text{sig.level} = 0.05$ ;  $\text{power} = 0.99$ ;  $\text{alternative} = \text{greater}$ ). Se empleó la U de Mann-Whitney porque las muestras eran independientes y porque las variables dadas son ordinales.

Los resultados la prueba U de Mann-Whitney, muestran diferencias de género sólo para la variable DIU ( $W = 259.5$ ,  $p\text{-value} = 0.008222$ ) y MTT ( $W = 307$ ,  $p\text{-value} = 0.04564$ ). Los hallazgos revelan que, para detectar diferencias significativas, se precisan 53 sujetos, tamaño muestral que es inferior a la muestra del estudio. La potencia fue del 99% con un nivel de confianza del 95%, lo cual indica que, si se repitiera el estudio, se obtendría significación en el 99% de las veces. Son unos resultados idóneos teniendo en cuenta que, generalmente, el nivel de potencia adecuado es del 80%.

### Perfil General del Profesorado de Melilla

Para el análisis del perfil del profesorado de Matemáticas de secundaria de Melilla, se factorizaron todas las variables del estudio en base a las escalas empleadas en el cuestionario.

El número de participantes, por niveles de las variables independientes fue el que sigue:

**Tabla 3**

*Puntuaciones de los Ítems del Indicador B.2 Práctica Docente.*

Items	Nada	Poco	Bastante	Mucho
ADA	1,64%	3,28%	67,21%	27,87%
AEC	0,00%	3,39%	64,41%	32,20%
VED	1,69%	15,25%	55,93%	27,12%
EAA	0,00%	15,25%	69,49%	15,25%
ODA	0,00%	5,08%	67,80%	27,12%
EDP	0,00%	8,47%	71,19%	20,34%
MTM	0,00%	28,81%	57,63%	13,56%

*Nota.* Valores porcentuales en los ítems del indicador B.2 Práctica Docente.

Como se desprende de la Tabla 3, han puntuado “Bastante o Mucho” en adapto mi docencia a lo que el alumno entiende en cada momento (ADA) un 95,08%, en soy consciente de los aciertos y errores más comunes del alumnado (AEC) un 96,61%, en el uso de una amplia variedad de enfoques docentes en el entorno del aula (VED), un 83,05%; en la evaluación del aprendizaje del alumnado de diferentes maneras (EAA), un 84,47%; en ODA un 94,92%; en la selección de enfoques docentes de manera eficaz para guiar el pensamiento y el aprendizaje del alumnado en Matemáticas (EDP) un 91,53% y en la percepción de mejora de las técnicas metodológicas (MTM) un 71,19%.

**Tabla 4**

*Resultados Descriptivos por Niveles*

<b>QUT</b>	<b>AED</b>	<b>FTD</b>	<b>DIU</b>	<b>TMA</b>	<b>LTD</b>	<b>TMC</b>	<b>MDE</b>	<b>CCT</b>	<b>UHD</b>	<b>DAT</b>	<b>DRT</b>
0:16	0:10	0: 1	0: 6	0: 1	0: 1	0: 1	0:3	0:18	0:3	0:6	0:2
1:25	1:28	1: 5	1:30	1:30	1:25	1:28	1:28	1:27	1:18	1:26	1:9
2:8	2:5	2:22	2:5	2:3	2: 6	2:5	2:4	2:5	2:14	2:2	2:12
3:7	3:14	3:33	3:20	3:27	3:29	3:27	3:26	3:11	3:26	3:27	3:38
4:5	4: 4										

*Nota.* La codificación de las puntuaciones fue para QUT (0. Menos de 30 años; 1. Entre 31 y 40 años; 2. Entre 41 y 50 años; 3. Entre 51 y 60 años; 4. Más de 61 años), para AED (0. Menos de 1 año; 1. Entre 2 y 5 años; 2. Entre 6 y 10 años; 3. Entre 11 y 20 años; 4. Más de 21 años) y para el resto de los ítems (0. Nada; 1. Poco; 2. Bastante; 3. Mucho).

En la Tabla 4, son destacables que el 67.21% de los docentes de Matemáticas de Melilla tienen menos 40 años y tienen una experiencia docente inferior a 6 años el 62.30%.

En relación con los recursos y la formación en TIC, docente de Matemáticas de Melilla considera bastante o muy indispensable la formación en TIC para la práctica docente FTD, el 90.17%. De igual forma considera que en su casa dispone bastante o mucho de los recursos TIC suficientes para su trabajo diario DRT, en un 81.97% mientras que sólo el 47.54% lo afirma respecto a los recursos disponibles en el aula DAT.

Por otro lado, respecto al uso de las TIC para la enseñanza, Los docentes señalan tener poco o nada en cuenta en los criterios de calificación, el uso de las tecnologías CCT, en un 73.77%, frente al 34.43% que lo afirma al usar las herramientas digitales para realizar la evaluación, tutoría y/o seguimiento del alumnado UHD. En cambio, de media, la mitad de los docentes considera que selecciona poco o nada las tecnologías que mejoran el aprendizaje del alumnado en una lección TMA, para usar en el aula que mejoran los contenidos que imparte

TMC, que puede impartir lecciones que combinan adecuadamente Matemáticas, tecnologías y enfoques docentes LTD y que usa en los materiales docentes para el aula, estrategias que combinan contenidos, tecnologías y enfoques docentes sobre los cuales ha aprendido MDE.

En una primera aproximación a través de un análisis descriptivo, se exponen las principales causas por las cuales el docente de Matemáticas de Melilla, desarrolla su práctica docente.

**Análisis Sobre las Preferencias Metodológicas**

Una vez obtenido un perfil general del docente de Mellilla, se procede al análisis del DPD. En este estudio, se examinan sus preferencias de los modelos pedagógicos y metodologías activas evaluadas en la presente investigación y recogidas en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Listado de Ítems del Indicador B.1 Metodología y Modelos Pedagógicos*

	<u>Ítems</u>	<u>Código</u>
B.11	¿Usas o has usado alguna vez Flipped Learning como metodología activa en el aula?	UFL
B.12	¿Usas o has usado alguna vez Aprendizaje Basado en Proyectos como metodología activa en el aula?	UPM
B.13	¿Usas o has usado alguna vez Gamificación como metodología activa en el aula?	UGM
B.14	¿Usas o has usado alguna vez Aprendizaje – Servicio como metodología activa en el aula?	UAM
B.15	¿Usas o has usado alguna vez Aprendizaje Basado en Problemas como metodología activa en el aula?	UAP
B.16	¿Usas o has usado alguna vez Design Thinking como metodología activa en el aula?	UDM
B.17	¿Usas o has usado alguna vez Aprendizaje Cooperativo como metodología activa en el aula?	UAC
B.18	¿Usas o has usado alguna vez otras metodologías activas en el aula?	UOM

*Nota.* Codificación de las puntuaciones 0. Nada; 1. Poco; 2. Bastante; 3. Mucho.

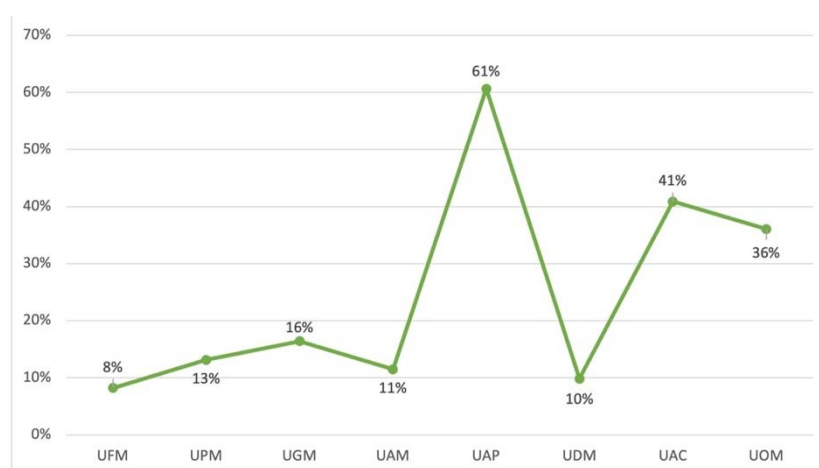
En la enseñanza de las Matemáticas se pueden contemplar diferentes modelos y metodologías, cuya lista es bastante amplia. Debido a ello, sólo se han recogido en el estudio

las siete anteriores por su uso amplio en la docencia. No obstante, se ha añadido la opción “otros”, para conocer si el profesorado emplea opciones diferentes a las expuestas.

Las metodologías empleadas pueden ser complementarias, dependiendo de los niveles académicos, de los contenidos de las unidades a lo largo del curso, de los recursos y del tiempo disponibles. Por ello, se ha formulado la pregunta de preferencias pedagógicas con opciones múltiples. Para poder evaluar el uso de estas preferencias, sólo se recogen en la Figura 5, las puntuaciones medias y altas referidas al empleo de modelos pedagógicos y metodologías activas. Es decir, sólo se han tenido en cuenta las preferencias pedagógicas si el docente de Matemáticas de Melilla afirma emplearla bastante o mucho.

**Figura 5**

*Preferencias Metodológicas del Profesorado de Matemáticas de Melilla*



*Nota.* Valores porcentuales de las puntuaciones “Bastante y Mucho”

Los primeros resultados muestran preferencias claras por parte del docente de Matemáticas de Melilla. La Figura 5 presenta los modelos más empleados: Aprendizaje Basado en Problemas 61%, Aprendizaje Colaborativo 41% y Otros 36%. En un estudio posterior, se ampliará las opciones metodológicas para desglosar la opción “otras metodologías” y cuantificarlas.

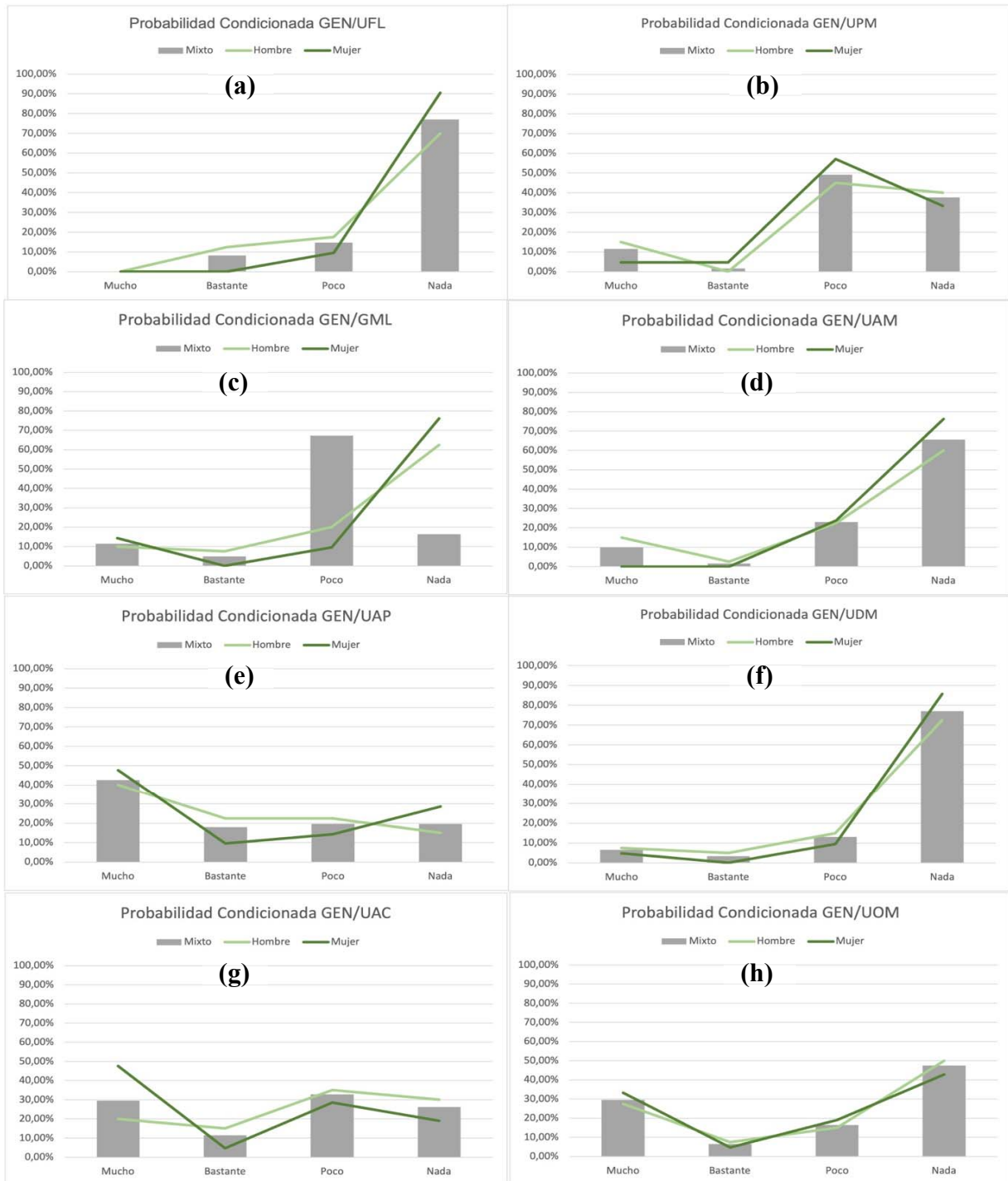
Por otro lado, los que menos se emplean son: el modelo Flipped Learning 8%, Design Learning 10%, Aprendizaje – Servicio 11%, Aprendizaje Basado en Proyectos 13% y la Gamificación 16%. En el análisis comparativo entre las preferencias metodológicas, se observa una tendencia clara hacia metodologías más tradicionales que fluctúa entorno al 40-60%, mientras que el resto de las opciones metodológicas, no supera el 12 % de media.

### **Análisis de Preferencias Metodológicas Diferenciado por Género**

Estos resultados invitan a un estudio diferenciado por género más profundo. Con este fin, se inicia un estudio bayesiano para cuantificar las preferencias de uso de las diferentes metodologías y modelos pedagógicos según la escala Likert “*nada, poco, bastante y mucho*”. Los datos de la Figura 6, muestran la probabilidad inicial y la probabilidad del género condicionada a cada metodología.

**Figura 6**

*Probabilidad a Priori de cada Metodología y Probabilidad Condicionada Gen/Metodología*



Igualmente, lo emplea poco y nada, 63.00% y el 20.00% el docente masculino, Estos resultados sugieren un bajo interés del modelo para la enseñanza de las Matemáticas.

La figura 6.d muestra la preferencia metodológica Aprendizaje – Servicio. El 22.95% de los encuestados señala que lo emplea poco frente al 65.57% que no lo hace. Entre los que lo emplean bastante, todos son hombres, aunque este dato sólo supone el 1.60% de los encuestados.

En el Aprendizaje Basado en Problemas (figura 6.e), se observa un patrón diferente a todos los anteriores. Esta metodología es aplicada bastante o mucho por el 60.65% de la muestra. Entre los que la usan bastante el 19.82% es mujer y entre los que lo usan mucho el 38.46%. En cambio, entre el profesorado masculino lo emplea bastante o mucho el 66.00%. De todas las opciones, la primera opción preferida por el docente para la enseñanza de las Matemáticas es el Aprendizaje Basado en Problemas.

En cuanto a la metodología Design Thinking (figura 6.f), del 77.05% de los docentes afirman no emplearla en el aula, de los cuales, el 38.30% es femenino. Entre los que señalan emplearla poco, 13.10%, el 25% son mujeres. Por tanto, apenas el 10% lo usan bastante o mucho.

Los resultados del Aprendizaje Colaborativo (figura 6.g), muestran valores de uso más aceptables. El 41.00% de los docentes melillenses afirman que lo emplean mucho para la enseñanza de las Matemáticas. Entre el profesorado masculino, puntúa en este nivel apenas el 19.90% frente al 40.77% del profesorado femenino. De otra parte, el 26.32% afirma que no lo usa siendo el 24.97% mujer y el 33.21% lo usa poco, de los cuales el 30.00% es mujer. Esta metodología es la tercera opción más empleada entre el docente de Matemáticas melillense.

Por último, la opción metodológica “Otros” (figura 6.h), muestra que entorno al 48.00% no emplea otras metodologías siendo mujeres el 30.00%. Lo aplican con asiduidad el 28.10%



de los encuestados, de los cuales el 33.05%. Se trata de la segunda opción más empleada por el profesorado de Matemáticas de Melilla.

Los mayores porcentajes en “nada” corresponden a las opciones UFL, UAM y UDM. Es decir, el modelo pedagógico Flipped Learning y las metodologías Aprendizaje-Servicio y Design Thinking son las que menos emplea el docente de Melilla para la enseñanza de las Matemáticas. En cambio, profesorado emplea mucho las metodologías Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje colaborativo y Otras metodologías.

Un análisis general del papel del género en las diferentes opciones pedagógicas muestra que el profesorado femenino se encuentra por debajo del masculino en las puntuaciones altas de casi todas las opciones salvo en UAC y UOM. Respecto a las puntuaciones altas, el profesorado masculino supera al femenino salvo en UGM, UAP y UAC.

## Metodologías y Recursos TIC

Después del análisis descriptivo anterior, interesa conocer si influye la disponibilidad de recursos TIC en el aula, en el uso de las metodologías anteriores. Para ello, se analizan las variables del indicador B.1 “Metodologías y Modelos Pedagógicos” con las del indicador C.3 “Recursos TIC”. La relación entre los ítems, indicadores y dimensiones aparecen reflejadas en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Relación entre Dimensiones, Indicadores e Ítems del Estudio*

DIMENSIÓN B. MATEMÁTICAS Y PRÁCTICA DOCENTE		
ID	Code	<i>Variables del Indicador B.1 Metodologías y Modelos Pedagógicos</i>
B.11	UFL	¿Usas o has usado alguna vez Flipped Learning como metodología activa en el aula?
B.12	UPM	¿Usas o has usado alguna vez Aprendizaje Basado en Proyectos como metodología activa en el aula?
B.13	UGM	¿Usas o has usado alguna vez Gamificación como metodología activa en el aula?
B.14	UAM	¿Usas o has usado alguna vez Aprendizaje – Servicio como metodología activa en el aula?

B.15	UAP	¿Usas o has usado alguna vez Aprendizaje Basado en Problemas como metodología activa en el aula?
B.16	UDM	¿Usas o has usado alguna vez Design Thinking como metodología activa en el aula?
B.17	UAC	¿Usas o has usado alguna vez Aprendizaje cooperativo como metodología activa en el aula?
B.18	UOM	¿Usas o has usado alguna vez otras metodologías activas en el aula?

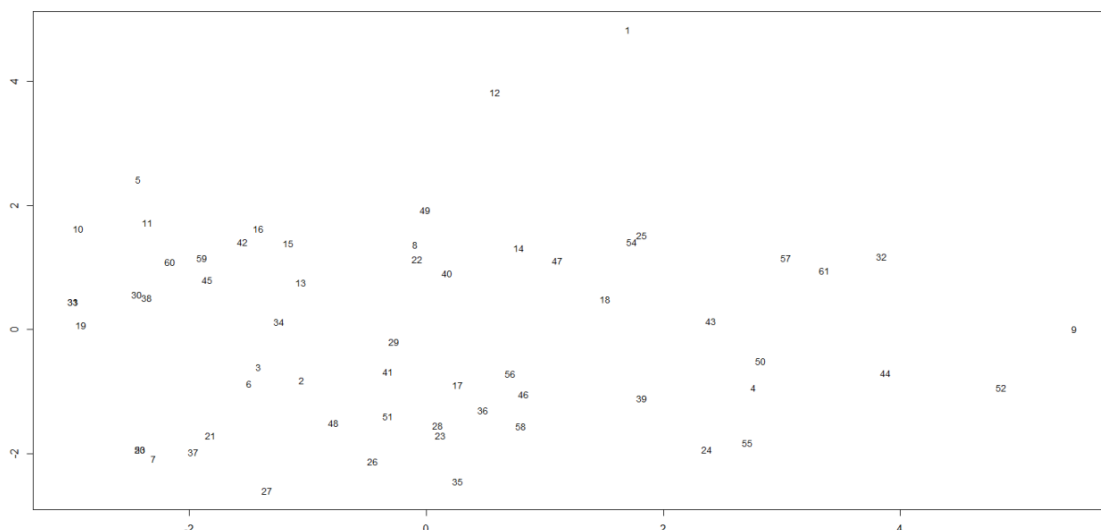
*DIMENSIÓN C. TIC EN EL ENTORNO DEL PROFESORADO*

ID	Code	Variables del Indicador C.3 Recursos TIC
C.31	DCT	Considero que mi centro educativo dispone de los recursos TIC suficientes para mi trabajo diario.
C.32	DAT	Considero que en mi aula dispongo de los recursos TIC suficientes para mi trabajo diario.
C.33	DRT	Considero que en mi casa dispongo de los recursos TIC suficientes para mi trabajo diario.
C.34	VTC	Valoro positivamente la función del coordinador TIC del Centro.
C.35	VAC	Valoro positivamente la función del coordinador TAC del Centro.

*Nota.* Codificación de las puntuaciones 0. Nada; 1. Poco; 2. Bastante; 3. Mucho.

Antes de profundizar en la relación entre las variables de los indicadores señalados, conviene analizar si el perfil de los docentes es homogéneo, empleando el Análisis de Escalamiento Multidimensional. Se trata de un método que representa medidas de proximidad (similitudes o disimilitudes) entre pares de objetos, como distancias en un espacio multidimensional de baja dimensión. La representación en baja dimensión permite la inspección visual de la estructura de los datos. Por su parte, el Escalado Multidimensional Métrico (Metric Multidimensional Scaling, MDS) o análisis de coordenadas principales (Principal Coordinate Analysis, PCoA), es un análisis propio distinto al PCA. El PCA, produce ejes ortogonales cuya importancia se mide por valores propios. En cambio, para una matriz de disimilitudes como las distancias, generalmente se emplean métricas no euclídeas. Por tanto, el PCoA puede representar directamente las relaciones entre muestras (Q mode) o variables (R mode).

**Figura 7**

*MDS para los Distintos Participantes*

Nota. Distribución de las puntuaciones de los individuos de la muestra.

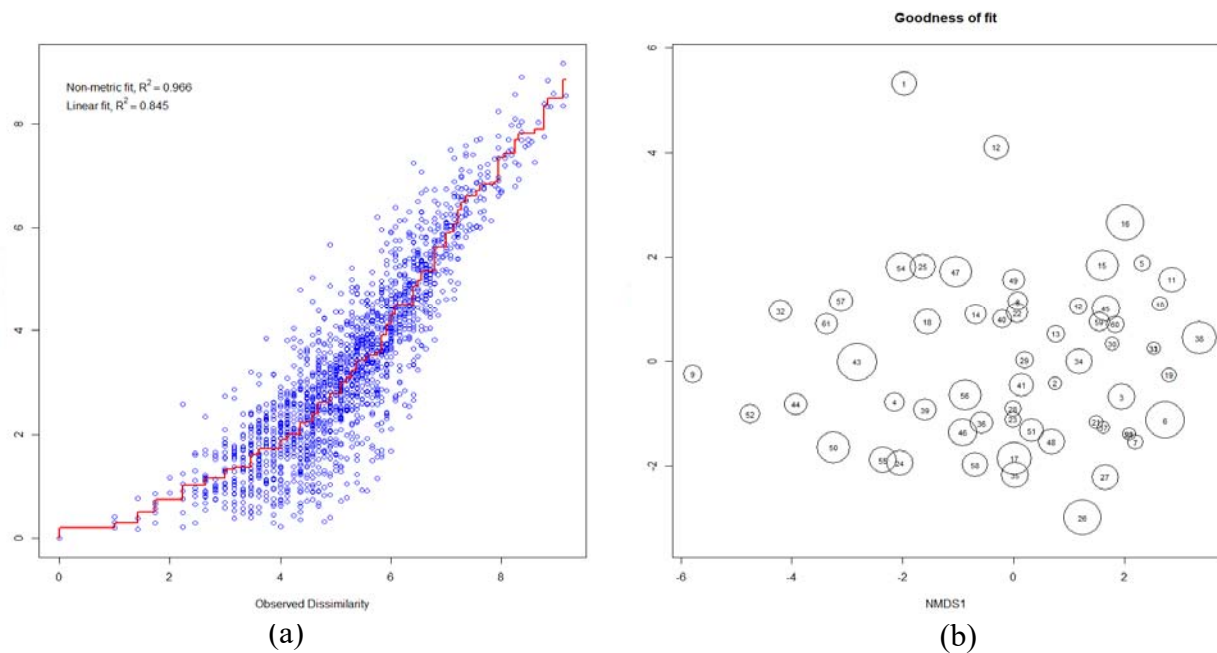
La Figura 7, proporciona un dato de gran interés: los participantes no se agrupan en diferentes cuadrantes, por lo que se determina que existe un perfil de puntuación cuasi-homogéneo. Además, el *gof* fue de 0.27. El valor del estrés es muy bajo, lo que indica que se trata de un buen ajuste de ordenación de los datos.

A la hora de examinar qué porcentaje de variabilidad en las respuestas de los docentes se explica por las variables UFL, UPM, UGM, UAM, UAP, UDM, UAC, UOM del indicador B.1 “Metodologías y Modelos Pedagógicos” y las variables DCT, DAT, DRT, VTC, VAC del indicador C.3 “Recursos TIC”, identificando aquellos que tuvieron un mayor ajuste, se emplea el Escalado Multidimensional No-Métrico. El Escalado Multidimensional No-Métrico (Non-Metric Multidimensional Scaling, NMDS), es un modelo que no asume relaciones lineales entre variables ni asume respuestas unimodales y provee una medida de bondad de ajuste ( $S$ ,  $Stress=GOF$ ). Este modelo busca las mejores posiciones de las muestras en los ejes, de tal manera que minimizan el estrés de la configuración. El estrés es una medida de la desviación respecto a la distribución monótonica entre la distancia del espacio original y las distancias

reducidas por la ordenación. Si el estrés es bajo, se indica un buen ajuste de la ordenación respecto a la configuración original de las distancias. Véase figura 8.

## Figura 8

### *NDMS para la muestra*



*Nota.* (a) R2, Disimilaridad Observada, (b) Bondad.

La figura 8.a muestra que el R2 es del 96.6%. Este dato implica que, las variables seleccionadas: UFL, UPM, UGM, UAM, UAP, UDM, UAC, UOM, asociadas a las metodologías activas y modelos pedagógicos, y DCT, DAT, DRT, VTC, VAC asociados a la práctica docente, predicen el 96% de la variabilidad de las respuestas en los docentes. Esto supone unos resultados óptimos. En cambio, en la figura 8.b, se observan los sujetos con mayor ajuste en función de sus puntuaciones. Más adelante, se realiza un estudio exhaustivo del perfil del docente de Matemáticas de Melilla y de las preferencias metodológicas, obteniendo características descriptivas parciales de los mismos.

## Metodologías, Practica Docente y Recursos TIC

El siguiente estudio profundiza en el estudio anterior al añadir en el análisis, el papel de las variables del indicador B.2 Práctica Docente. Los objetivos que se pretenden alcanzar son:

- Determinar qué porcentaje de variabilidad en UPM, UGM, UAM, UAP, UDM, UAC, UOM del indicador B.1 “Metodologías y Modelos Pedagógicos” es explicado por ADA, AEC, VED, EAA, ODA, EDP, MTM, HPC del indicador B.2 Práctica Docente DCT, DAT, DRT, VTC, VAC del indicador C.3 Recursos TIC y GEN el género.
- Examinar qué variables de las anteriores tuvieron un mayor peso sobre las opciones metodológicas.
- Implementar un modelo de regresión múltiple para las variables anteriores que muestre las correlaciones existentes.

Las variables del estudio, así como su relación con las dimensiones e indicadores correspondientes aparecen expuestos en la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Relación Entre Dimensiones, Indicadores e Ítems*

DIMENSIÓN B. MATEMÁTICAS Y PRÁCTICA DOCENTE		
ID	Code	<i>Variables del Indicador B.1 “Metodologías y Modelos Pedagógicos”</i>
B.11	UFL	¿Usas o has usado alguna vez Flipped Learning como metodología activa en el aula?
B.12	UPM	¿Usas o has usado alguna vez Aprendizaje Basado en Proyectos como metodología activa en el aula?
B.13	UGM	¿Usas o has usado alguna vez Gamificación como metodología activa en el aula?
B.14	UAM	¿Usas o has usado alguna vez Aprendizaje – Servicio como metodología activa en el aula?
B.15	UAP	¿Usas o has usado alguna vez Aprendizaje Basado en Problemas como metodología activa en el aula?
B.16	UDM	¿Usas o has usado alguna vez Design Thinking como metodología activa en el aula?
B.17	UAC	¿Usas o has usado alguna vez Aprendizaje Cooperativo como metodología activa en el aula?

B.18	UOM	¿Usas o has usado alguna vez otras metodologías activas en el aula?
ID	Code	Variables del Indicador B.2 Práctica Docente
B.21	ADA	Adapto mi docencia a lo que el alumno entiende en cada momento.
B.22	AEC	Soy consciente de los aciertos y errores más comunes del alumnado.
B.23	VED	Utilizo una amplia variedad de enfoques docentes en el entorno del aula.
B.24	EAA	Evalúo el aprendizaje del alumnado de diferentes maneras.
B.25	ODA	Sé cómo organizar y mantener la dinámica en el aula.
B.26	EDP	Selecciono enfoques docentes de manera eficaz para guiar el pensamiento y el aprendizaje del alumnado en Matemáticas.
B.27	MTM	Considero que son mejorables mis técnicas metodológicas.
B.28	HPC	¿Cuántas horas semanales dedicas a la preparación de tus clases?

**DIMENSIÓN C. TIC EN EL ENTORNO DEL PROFESORADO**

ID	Code	Variables del Indicador C.3 Recursos TIC
C.31	DCT	Considero que mi centro educativo dispone de los recursos TIC suficientes para mi trabajo diario
C.32	DAT	Considero que en mi aula dispongo de los recursos TIC suficientes para mi trabajo diario.
C.33	DRT	Considero que en mi casa dispongo de los recursos TIC suficientes para mi trabajo diario.
C.34	VTC	Valoro positivamente la función del coordinador TIC del Centro.
C.35	VAC	Valoro positivamente la función del coordinador TAC del Centro.

*Nota.* Codificación de las puntuaciones 0. Nada; 1. Poco; 2. Bastante; 3. Mucho.

Para determinar qué porcentaje de variabilidad en la elección de las metodologías activas es explicado por las variables de la Práctica Docente, los recursos TIC y el género, se emplearon dos procedimientos estadísticos.

***Procedimiento estadístico I***

Del dataset de profesores, se seleccionaron las variables UFL + UPM + UGM + UAM + UAP + UDM + UAC + UOM relativas al indicador B.1 “Metodologías y Modelos Pedagógicos”, las variables ADA + AEC + VED + EAA + ODA + EDP + MTM + HPC relativas al indicador B.2 “Práctica Docente”, las variables DCT + DAT + DRT + VTC + VAC del indicador C.3 “Recursos TIC” y GEN asociada al género.

Las variables se convirtieron inicialmente en numéricas, de tal manera que quedaron agrupadas en EM referente a la elección metodológica, TP centrado en la práctica docente, y TRT asociado a los recursos TIC, de la siguiente manera:

- $EM=UFL+UPM+UGM+UAM+UAP+UDM+UAC+UOM$
- $TP=ADA+AEC+VED+EAA+ODA+EDP+MTM+HPC$
- $TRT=DCT+DAT+DRT+VTC+VAC$

A continuación, estas variables (EM, TP, TRT) se binearón con el siguiente criterio:

- Si  $EM > 7.19 \sim 1$
- Si  $TP > 21.32 \sim 1$
- Si  $TRT > 9.09 \sim 1$

Antes de proceder a la aplicación del algoritmo de ensamblaje, se siguieron los siguientes pasos:

- El dataset resultante del apartado previo, se convirtió en un dataset h2o, al que se incorporó la variable género de los docentes
- De forma aleatoria, se definieron dos subsets, training-85%- y testing-15%.
- La variable dependiente fue EM y las independientes TP, TRT y el género.
- En números de capas del algoritmo fue de 5.

### ***Procedimiento estadístico II***

Se definieron dos algoritmos, un GBM, y Random Forest, y se ensamblaron para obtener los mejores parámetros del algoritmo.

- El Índice de Gini igual a 0 indica que los grupos son muy similares, y el AUC al 50%, muestra que el algoritmo de ensamblaje predice correctamente la mitad de los casos. Para mejorar el accuracy, precision, recall, se tunearon los hiperparámetros del modelo:
  - `learn_rate_opt <- c(0.015, 0.035)`
  - `max_depth_opt <- c(3, 4, 6, 9, 12)`
  - `sample_rate_opt <- c(0.75, 0.85, 0.95, 1.0)`
  - `col_sample_rate_opt <- c(0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7)`

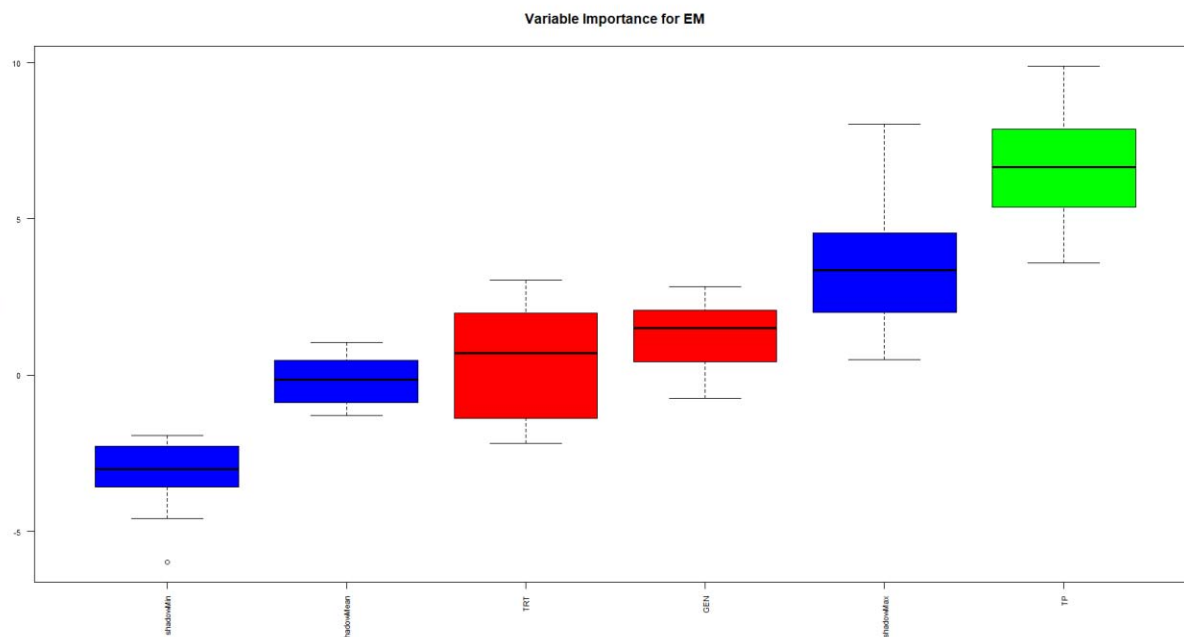
Los resultados mejoraron hasta obtener un AUC del 60%. Por lo tanto, el nuevo algoritmo es capaz de clasificar a los sujetos adecuadamente en el 60% de las veces. Esto indica que para clasificar de forma óptima a los participantes se es necesario incorporar nuevas variables adicionales a las mencionadas en el primer párrafo de “Procedimiento estadístico I”. Dicho de otra forma, estas variables explican aproximadamente el 37% de la variabilidad en las preferencias metodológicas EM.

A la hora de examinar qué variables de las anteriores tuvo un mayor peso sobre estas, se empleó el Quinlan's C5.0 algorithm. Éste determinó que la variable más influyente fue el género (100%), seguida de la disponibilidad de recursos TIC TRT y la Practica Docente TP, ambas con un 73%. No obstante, los resultados del algoritmo Boruta no fueron similares como puede verse en la Figura 9.

### **Figura 9**

*Algoritmo Boruta*





*Nota.* Importancia de las Variables TRT, TP y GEN para EM.

La Figura 9 revela que, el peso de los factores TRT, TP y GEN fueron diferentes. El impacto lo producen las variables de la práctica docente, seguidos del género y por último los recursos TIC. No obstante, el modelo señala que las de mayor impacto fueron otros factores diferentes a los analizados.

A la hora de evaluar los predictores anteriores, se emplea un análisis de regresión múltiple para EM cuyos resultados se exponen en la Tabla 8.

**Tabla 8**

*Modelo de Regresión Múltiple para EM=1*

Coefficients:		
	Values	Std. Err.
(Intercept)	-0.7944160	0.5003554
GEN1	0.5539029	0.5567935
TP_bins1	0.1779155	0.5323235
TRT_bins10.6018543	0.5330742	

Residual Deviance:	81.44329
AIC:	89.44329

---

La interpretación de la Tabla 8 es la siguiente:

- A one-unit increase in *GEN1-mujeres*- increases the log odds of being in EM=1 by 0.55.
- A one-unit increase in *TP=1* increases the log odds of being in EM=1 by 0.17.
- A one-unit increase in *TRT=1* increases the log odds of being in EM=1 by 0.60.

Al evaluar lo datos anteriores, se obtienen resultados interesantes:

- Si los participantes aumentan sus puntuaciones, la probabilidad algorítmica de que sea chica es mayor.
- Si los participantes aumentan sus puntuaciones en TP, al extremo, la probabilidad de que puntúen el máximo en EM es del 17%.
- Si los participantes aumentan sus puntuaciones en TR, al extremo, la probabilidad de que puntúen el máximo en EM es del 60%.

Los resultados de la tabla 7 sugieren que, si se aumenta las en las metodologías, sería en el caso del profesorado femenino. Aunque estos resultados parecen contradecir los hallazgos obtenidos en el estudio bayesiano, en realidad no es así. Para entender correctamente estos resultados, se debe tener en cuenta que en la muestra, el porcentaje de mujeres es inferior al de hombres. Por tanto, si la muestra fuera paritaria, los resultados de las puntuaciones en Metodologías serían superiores al del profesorado masculino.

El resto de los hallazgos de la tabla 7, sugieren que las máximas puntuaciones en las variables de la práctica docente sólo ampliarían las puntuaciones de uso de las Metodologías en un 17%. En cambio, las máximas puntuaciones en recursos tecnológicas lo harían en un

60%. Luego se evidencia el papel destacable de las metodologías en el empleo de modelos pedagógicos y metodologías activas.

## Metodologías y Variables Tecnológicas

A raíz de los resultados anteriores, se propone un estudio ahonde en el papel de las tecnologías en la elección de las metodologías. Se propone un estudio exhaustivo de cada una de las metodologías y modelos pedagógicos recogidos en la presente investigación a través de un análisis de correlaciones múltiples multivariantes.

El objetivo es evaluar qué variables de 6 indicadores y tres dimensiones influyen en la elección de los modelos pedagógicos y las metodologías activas anteriormente citadas en la tabla 3. En concreto se evalúan algunos elementos del indicador B.2 Práctica Docente y B.3 Ratios pertenecientes a la Dimensión B. Matemáticas y Práctica Docente. De la dimensión C.TIC en el Entorno del Profesorado, se analizan algunos ítems de los indicadores C.1 Formación TIC, C.2 TIC y Docencia y C.5 Comunicación y Colaboración. En cuanto a la dimensión D. Usos, Recursos y Dominio de las TIC, se estudian variables del indicador D.3 TIC en el Aula.

De todas las variables seleccionadas, se elimina el ítem UTA, por el elevado número de valores perdidos. Por ese motivo, en la tabla aparecen el valor NA asociado al ítem. La relación entre dimensiones, indicadores y variables del estudio, se exponen en la Tabla 9.

**Tabla 9**

*Relación Entre Dimensiones, Indicadores e Ítems del Estudio*

DIMENSIÓN B. MATEMÁTICAS Y PRÁCTICA DOCENTE		
ID	Code	Variables del Indicador B.2 Práctica Docente
B.23	VED	Utilizo una amplia variedad de enfoques docentes en el entorno del aula
B.24	EAA	Evalúo el aprendizaje del alumnado de diferentes maneras

B.25	ODA	Sé cómo organizar y mantener la dinámica en el aula
B.26	EDP	Selecciono enfoques docentes de manera eficaz para guiar el pensamiento y el aprendizaje del alumnado en matemáticas
B.27	MTM	Considero que son mejorables mis técnicas metodológicas
ID	Code	<i>Variables del Indicador B.3 Ratios</i>
B.32	RPD	Una ratio elevada en el aula,dificulta mi práctica docente
<b>DIMENSIÓN C. TIC EN EL ENTORNO DEL PROFESORADO</b>		
ID	Code	<i>Variables del Indicador C.1 Formación TIC</i>
C.11	FTP	Considero indispensable la formación en TIC para uso personal
C.13	FTD	Considero indispensable la formación en TIC para mejorar mi curriculum
C.16	FCM	¿Qué formación has recibido en creación de contenidos Moodle?
C.17	FCW	¿Qué formación has recibido en creación de páginas Web?
C.18	FMO	¿Qué formación has recibido en el manejo del paquete Office?
C.19	FRE	¿Qué formación has recibido en European Computer Driving License (ECDL)?
C.20	FOT	¿Has recibido otra formación en TIC?
ID	Code	<i>Variables del Indicador C.2 TIC y Docencia</i>
C.21	TUM	Conozco tecnologías que puedo usar para comprender y elaborar contenidos matemáticos
C.22	TED	Selecciono tecnologías que mejoran los enfoques docentes para una lección
C.24	LTD	Puedo impartir lecciones que combinan Matemáticas, tecnologías y enfoques docentes
C.26	MDE	Uso en los materiales docentes para el aula, estrategias que combinan contenidos, tecnologías y enfoques docentes sobre los cuales he aprendido
C.27	CCT	Tengo en cuenta en los criterios de calificación, el uso de las TIC
C.28	UHD	Uso herramientas digitales para realizar la evaluación, tutoría y/o seguimiento del alumnado
C.29	PCD	¿Cuántas horas semanales dedicas a la preparación de contenidos digitales para tus clases de Matemáticas?
ID	Code	<i>Variables del Indicador C.5 Comunicación and Colaboración</i>
C.51	PFM	Participo en foros y chats de contenido matemático.
C.52	ACE	Uso herramientas para la comunicación en línea con agentes de la comunidad educativa: foros, mensajería instantánea, chats...
C.53	UBA	Uso Blogs y wikis para desarrollar plataformas de aprendizaje en línea para el alumnado.
C.54	CIC	Comparto información y contenidos educativos en redes sociales y comunidades y espacios en línea en función de los destinatarios.
C.55	DTT	En el departamento, trabajamos en grupo para desarrollar contenidos y estrategias para la docencia con las TIC.
C.56	PPC	Participo en proyectos de centro colaborativos relacionados con las tecnologías digitales.
<b>DIMENSION D. USOS, RECURSOS Y DOMINIO DE LAS TIC</b>		
ID	Code	<i>Variables del Indicador D.3 TIC en el Aula</i>
D.31	UTA	Sueles utilizar los recursos TIC del aula (Proyectores, pizarra digital...) para dar clases.
D.32	PDI	Uso herramientas o software de la PDI para impartir clases de Matemáticas.
D.33	EVA	Uso los entornos virtuales de aprendizaje (Moodle, Webct...) para las clases de Matemáticas.
D.34	PEM	Uso las plataformas educativas (Factoría del Tutor, Wepack...) para las clases de Matemáticas.
D.35	SEA	Uso software educativo de autor (Edilim, Jclíc, Hot Potatoes...) para las clases de Matemáticas.
D.36	OPT	En clase usamos ordenadores, portátiles, tablets,... para aprender o repasar Matemáticas.

*Nota.* Codificación de las puntuaciones 0. Nada; 1. Poco; 2. Bastante; 3. Mucho.

### ***Flipped Learning***

La primera variable en ser evaluada es el modelo pedagógico Flipped Learning, UFL. Los resultados se detallan en la Tabla 10.

### **Tabla 10**

#### *Ajustes del Modelo de Regresión Lineal para UFL*

*Coefficients: Ítems de los Indicadores B.2 Práctica Docente y B.3 Ratios*

	Estimate	Std. Error	T Value	Pr(> t )
Intercept	4.1892	1.4829	2.825	0.016518*
<b>VED</b>	<b>-2.2153</b>	<b>0.4713</b>	<b>-4.701</b>	<b>0.000649***</b>
<b>EAA</b>	<b>-0.3571</b>	<b>0.1469</b>	<b>-2.431</b>	<b>0.033338*</b>
<b>ODA</b>	<b>2.3067</b>	<b>0.6160</b>	<b>3.745</b>	<b>0.003240**</b>
EDP	-0.6486	0.4063	-1.596	0.138735
MTM	-0.2247	0.1295	-1.735	0.110661
RPD	-0.3292	0.2117	-1.555	0.148290

Residual standard error: 0.4154 on 11 degrees of freedom; Multiple R-squared: 0.7055.

Adjusted R-squared: 0.5449. F-statistic: 4.392 on 6 and 11 DF. P-value 0.01656.

*Coefficients: Ítems del Indicador C.1 Formación TIC*

	Estimate	Std. Error	T Value	Pr(> t )
Intercept	-0.14606	0.68819	-0.212	0.836184
FTP	-0.50755	0.39967	-1.270	0.232860
FTD	0.30644	0.31425	0.975	0.352489
FCM	-0.08242	0.10247	-0.804	0.439915
<b>FCW</b>	<b>0.54952</b>	<b>0.10131</b>	<b>5.424</b>	<b>0.000291***</b>
FMO	0.13839	0.25859	0.535	0.604214
FRE	0.09641	0.09141	1.055	0.316349
FOT	-0.03441	0.09712	-0.354	0.730480

Residual standard error: 0.3588 on 10 degrees of freedom; Multiple R-squared: 0.8002.

Adjusted R-squared: 0.6604. F-statistic: 5.722 on 7 and 10 DF. P-value 0.007118.

*Coefficients: Ítems del Indicador C.2 TIC y Docencia*

	Estimate	Std. Error	T Value	Pr(> t )
Intercept	-0.62662	0.43121	-1.453	0.1768
TUM	-0.09739	0.19813	-0.492	0.6336
TED	0.06599	0.22567	0.292	0.7760
LTD	0.50342	0.25590	1.967	0.0775
MDE	0.15782	0.20447	0.772	0.4581
CCT	-0.19394	0.20069	-0.966	0.3567
UHD	0.30241	0.14491	2.087	0.0635
<b>PCD</b>	<b>-0.35505</b>	<b>0.13576</b>	<b>-2.615</b>	<b>0.0258*</b>

Residual standard error: 0.488 on 10 degrees of freedom; Multiple R-squared: 0.6305.

Adjusted R-squared: 0.3719. F-statistic: 2.438 on 7 and 10 DF, p-value 0.09762.

Signif. codes: 0 '\*\*\*'; 0.001 '\*\*'; 0.01 '\*'; 0.05 '.'; 0.1 ' ';

*Nota.* "UFL" ¿Usas o has usado alguna vez Flipped Learning como metodología activa en el aula?

Respecto a la pregunta ¿Usas o has usado alguna vez Flipped Learning como metodología activa en el aula? Tabla 10, los ítems de los Indicadores B.2 Práctica Docente y B.3 Ratios que tuvieron mayor impacto en UFL fueron VED, EAA y ODA. Es decir, se observa correlación significativa negativa entre este modelo pedagógico y el empleo de una

amplia variedad de enfoques docentes en el entorno del aula VED, la evaluación del aprendizaje del alumnado de diferentes maneras EAA. De otra parte, se evidencia correlación positiva entre UFL con la capacidad de organizar y mantener la dinámica en el aula OAA. En cambio, no hay correlación significativa entre el modelo pedagógico Flipped Learning con la selección de enfoques docentes de manera eficaz para guiar el pensamiento y el aprendizaje del alumnado en matemáticas EDP, la percepción de mejora de sus técnicas metodológicas MTM y la influencia de una ratio elevada en el aula, en la práctica docente RPD.

En cuanto a los ítems del Indicador C.1 Formación TIC, se observa una correlación positiva entre UFL y la formación has recibido en creación de páginas Web FCW. Sin embargo, no hay correlación significativa entre UFL con FTP la percepción de la formación en TIC como indispensable para uso personal FTP, para la práctica docente FTD, la formación en creación de contenidos Moodle FCM, en el manejo del paquete Office FMO, en ECDL FRE y otra formación en TIC FOT.

Por último, de los ítems del indicador C.2 TIC y Docencia se haya una correlación negativa entre UFL y el tiempo dedicado a la preparación de contenidos digitales para tus clases de matemáticas PCD. No obstante, no hay correlación significativa entre el modelo Flipped Learning con el dominio de tecnologías que usa el docente para comprender y elaborar contenidos sobre Matemáticas TUM, la selección de tecnologías que mejoran los enfoques docentes para una lección TED, la capacidad impartir lecciones que combinan adecuadamente Matemáticas, tecnologías y enfoques docentes LTD, el uso en los materiales docentes para el aula, de estrategias que combinan contenidos, tecnologías y enfoques docentes MDE, la inclusión en los criterios de calificación, del uso de las tecnologías CCT,

el uso de herramientas digitales para realizar la evaluación, tutoría y/o seguimiento del alumnado UHD.

Desde un enfoque analítico diferente, se deduce que, el modelo pedagógico Flipped Learning, se vio afectado por 5 ítems de los indicadores B.2 Práctica Docente, C.1 Formación TIC y C.2 TIC y Docencia. De un análisis inicial se observan correlaciones positivas entre la metodología Flipped Learning con la capacidad de gestión de la dinámica del aula ODA y la formación en páginas Web FCW. En cambio, existe correlación significativa negativa entre Flipped Learning con el empleo de enfoques pedagógicos amplios en el aula VED, la evaluación amplia del aprendizaje del alumnado EAA y el tiempo empleado a la preparación de contenidos digitales para las clases de matemáticas PCD. El resto de los ítems no se correlacionaron con la metodología Flipped Learning.

Estos resultados parecen contradecir la naturaleza de la metodología Flipped Learning. El mayor número de ítems que se correlacionan de forma muy significativa con esta metodología, son VED, EAA y ODA correspondientes al indicador B.2 Práctica Docente. No obstante, en el presente estudio, se observan correlaciones negativas con los enfoques docentes, la evaluación amplia del alumnado y el tiempo empleado en la preparación de contenidos digitales. Sin embargo, una ratio elevada no tuvo impacto significativo en esta metodología. Otro punto contradictorio, son las puntuaciones de los ítems de los indicadores C.1 Formación TIC y C.2 TIC y Docencia. Nuestros hallazgos muestran una correlación positiva sólo en la creación de páginas Web, el resto de las opciones formativas para el docente de matemáticas y el uso de las tecnologías por parte del docente de matemáticas para la preparación de contenidos y en la práctica docente en el aula tuvieron un impacto poco significativo en la elección de esta metodología. El tercer punto,

relativo a los indicadores C.5 Comunicación y Colaboración y D.3 TIC en el Aula, muestra que el uso de las tecnologías por parte del docente de matemáticas para la comunicación y la colaboración entre la comunidad educativa, no tuvieron impacto en la metodología Flipped Learning.

**Aprendizaje Basado en Proyectos**

La siguiente metodología evaluada es Aprendizaje Basado en Proyectos UPM. Los resultados se exponen en la Tabla 11.

**Tabla 11**

*Ajustes del Modelo de Regresión Lineal para UPM*

<i>Coefficients: Ítems de los Indicadores B.2 Práctica Docente y B.3 Ratios</i>				
	<b>Estimate</b>	<b>Std. Error</b>	<b>T Value</b>	<b>Pr(&gt; t )</b>
Intercept	5.7703	1.8259	3.160	0.009077**
<b>VED</b>	<b>-2.7616</b>	<b>0.5803</b>	<b>-4.759</b>	<b>0.000591***</b>
EAA	0.2857	0.1809	1.580	0.142481
ODA	1.2311	0.7585	1.623	0.132867
EDP	0.2162	0.5003	0.432	0.674002
<b>MTM</b>	<b>-0.4251</b>	<b>0.1595</b>	<b>-2.665</b>	<b>0.021991*</b>
RPD	-0.3903	0.2607	-1.497	0.162529
Residual standard error: 0.5115 on 11 degrees of freedom; Multiple R-squared: 0.8401.				
Adjusted R-squared: 0.7529. F-statistic: 9.635 on 6 and 11 DF. P-value: 0.0007613				
<i>Coefficients: Ítems del Indicador C.5 Comunicación and Colaboración</i>				
	<b>Estimate</b>	<b>Std. Error</b>	<b>T Value</b>	<b>Pr(&gt; t )</b>
Intercept	-0.31802	0.54467	-0.584	0.5711
PFM	0.27880	0.20073	1.389	0.1923
ACE	0.02135	0.24142	0.088	0.9311
UBA	-0.37700	0.28216	-1.336	0.2085
<b>CIC</b>	<b>0.58101</b>	<b>0.22547</b>	<b>2.577</b>	<b>0.0257*</b>
DTT	-0.15758	0.22202	-0.710	0.4926
<b>PPC</b>	<b>0.60426</b>	<b>0.23717</b>	<b>2.548</b>	<b>0.0271*</b>
Residual standard error: 0.7545 on 11 degrees of freedom. Multiple R-squared: 0.6521.				
Adjusted R-squared: 0.4624. F-statistic: 3.437 on 6 and 11 DF. P-value: 0.03663				
<i>Coefficients: Ítems del Indicador D.3 TIC en el Aula</i>				
	<b>Estimate</b>	<b>Std. Error</b>	<b>T Value</b>	<b>Pr(&gt; t )</b>
Intercept	0.6846	0.4630	1.479	0.1650
UTA	NA	NA	NA	NA



PDI	-0.2375	0.1817	-1.307	0.2158
EVA	0.3000	0.1912	1.569	0.1426
<b>PEM</b>	<b>-0.7980</b>	<b>0.3561</b>	<b>-2.241</b>	<b>0.0447*</b>
<b>SEA</b>	<b>1.1757</b>	<b>0.4064</b>	<b>2.893</b>	<b>0.0135*</b>
OPT	0.1227	0.1865	0.658	0.5229

Residual standard error: 0.7357 on 12 degrees of freedom. Multiple R-squared: 0.6392.

Adjusted R-squared: 0.4889. F-statistic: 4.252 on 5 and 12 DF. P-value: 0.0186

Signif. codes: 0 '\*\*\*'; 0.001 '\*\*'; 0.01 '\*'; 0.05 '.'; 0.1 ' '1;

*Nota.* "UPM" ¿Usas o has usado alguna vez aprendizaje basado en proyectos como metodología activa en el aula?

Atendiendo a la pregunta ¿Usas o has usado alguna vez aprendizaje basado en proyectos como metodología activa en el aula? Tabla 11, en cuanto a las variables del indicador B.2 Práctica Docente y B.3 Ratios, existe correlación significativa negativa entre UPM y el empleo de una amplia variedad de enfoques docentes en el entorno del aula VED y la percepción de mejora las técnicas metodológicas MTM. De otra parte, se observa correlación positiva entre el Aprendizaje Basado en Proyectos con la capacidad de organizar y mantener la dinámica en el aula ODA, la selección de enfoques docentes de manera eficaz para guiar el pensamiento y el aprendizaje del alumnado en Matemáticas EDP y la influencia de una ratio elevada en el aula en la práctica docente RPD. No obstante, no hay correlación significativa entre UPM con la evaluación del aprendizaje del alumnado de diferentes maneras EAA.

En cuanto a las variables del indicador C.5 Comunicación and Colaboración, existe correlación significativa positiva entre UPM con compartir información y contenidos educativos en redes sociales y comunidades y espacios en línea CIC y la participación en proyectos de centro colaborativos relacionados con las tecnologías digitales PPC. En Cambio, no hay correlación significativa entre UPM con la participación en foros y chat de contenido matemático PFM, el uso de herramientas para la comunicación en línea con agentes de la comunidad educativa ACE, el uso de blogs y wikis para desarrollar plataformas

de aprendizaje en línea para el alumnado UBA, el trabajo en grupo, dentro del departamento, para desarrollar contenidos y estrategias para la docencia con las tecnologías DTT.

Si se analizan los ítems del indicador D.3 TIC en el Aula, puede verse una correlación significativa positiva entre UPM y el uso de software educativo de autor para impartir clases de matemáticas SEA y correlación significativa negativa con el uso de plataformas educativas para impartir clases de Matemáticas PEM. De otra parte, no hay correlación significativa entre UPM con, el uso de herramientas o software de la Pizarra Digital Interactiva para impartir clases de Matemáticas PDI, el uso de entornos virtuales de aprendizaje para impartir clases de Matemáticas EVA y el uso de ordenadores, portátiles, tablets para aprender o repasar Matemáticas OPT.

Una valoración diferente de los resultados sugiere que, la metodología que se vio más afectada fue UPM con 6 ítems de los indicadores B.2 Práctica Docente, C.2 TIC y Docencia, C.5 Comunicación y Colaboración y D.3 TIC en el Aula. Se observa correlación significativa positiva entre el aprendizaje basado en proyectos UPM, con el intercambio de información y de contenidos a través de espacios en línea CIC, la participación y colaboración en proyectos de centro relacionados con las tecnologías digitales PPC y el uso de software educativo para impartir matemáticas SEA. En cambio, se observa correlación significativa negativa con el uso de plataformas educativas PEM, el empleo de enfoques pedagógicos amplios en el aula VED y la autopercepción de mejora de la función docente MTM.

Estos resultados indican que, en la selección de la metodología Aprendizaje Basado en Proyectos no se observa impacto de la formación en TIC, ni de su uso por parte del

docente de Matemáticas en la práctica docente. Tampoco se observan impacto en la elección de esta metodología, la influencia de una ratio elevada en el aula RPD.

**Gamificación**

A continuación, se analiza la metodología Gamificación. Los resultados aparecen en la Tabla 12:

**Tabla 12**

*Ajustes del Modelo de Regresión Lineal para UGM*

<i>Coefficients: Ítems de los Indicadores B.2 Práctica Docente y B.3 Ratios</i>				
	<b>Estimate</b>	<b>Std. Error</b>	<b>T Value</b>	<b>Pr(&gt; t )</b>
Intercept	10.7269	3.0542	3.512	0.00487**
<b>VED</b>	<b>-3.6883</b>	<b>0.9706</b>	<b>-3.800</b>	<b>0.00294**</b>
EAA	-0.1887	0.3025	-0.624	0.54549
<b>ODA</b>	<b>3.4823</b>	<b>1.2688</b>	<b>2.745</b>	<b>0.01907*</b>
EDP	-1.8185	0.8369	-2.173	0.05251
MTM	-0.5336	0.2668	-2.000	0.07082
<b>RPD</b>	<b>-1.0582</b>	<b>0.4361</b>	<b>-2.427</b>	<b>0.03360*</b>
Residual standard error: 0.8555 on 11 degrees of freedom. Multiple R-squared: 0.659.				
Adjusted R-squared: 0.473. F-statistic: 3.543 on 6 and 11 DF. P-value: 0.03335				
<i>Coefficients: Ítems del Indicador C.2 TIC y Docencia</i>				
	<b>Estimate</b>	<b>Std. Error</b>	<b>T Value</b>	<b>Pr(&gt; t )</b>
Intercept	-0.2453	0.8327	-0.295	0.7743
TUM	-0.7349	0.3826	-1.921	0.0837
TED	0.5027	0.4358	1.154	0.2755
LTD	0.4372	0.4942	0.885	0.3970
MDE	0.2100	0.3948	0.532	0.6064
CCT	-0.5210	0.3876	-1.344	0.2086
<b>UHD</b>	<b>0.7954</b>	<b>0.2798</b>	<b>2.843</b>	<b>0.0175*</b>
PCD	-0.3373	0.2622	-1.286	0.2273
Residual standard error: 0.9423 on 10 degrees of freedom. Multiple R-squared: 0.6239.				
Adjusted R-squared: 0.3607. F-statistic: 2.37 on 7 and 10 DF. P-value: 0.1046				
<i>Coefficients: Ítems del Indicador D.3 TIC en el Aula</i>				
	<b>Estimate</b>	<b>Std. Error</b>	<b>T Value</b>	<b>Pr(&gt; t )</b>
Intercept	-0.13256	0.57603	-0.230	0.8219
UTA	NA	NA	NA	NA
PDI	-0.02278	0.22607	-0.101	0.9214
<b>EVA</b>	<b>0.53039</b>	<b>0.23788</b>	<b>2.230</b>	<b>0.0456*</b>
PEM	-0.50759	0.44300	-1.146	0.2742

SEA	0.78711	0.50555	1.557	0.1455
OPT	0.05937	0.23204	0.256	0.8024
Residual standard error: 0.9152 on 12 degrees of freedom. Multiple R-squared: 0.5743.				
Adjusted R-squared: 0.3969. F-statistic: 3.238 on 5 and 12 DF. P-value: 0.04428				
Signif. codes: 0 '***'; 0.001 '**'; 0.01 '*'; 0.05 '.'; 0.1 ' '1;				

*Nota.* "UGM" ¿Usas o has usado alguna vez Gamificación como metodología activa en el aula?

Respecto a la pregunta ¿Usas o has usado alguna vez Gamificación como metodología activa en el aula? Tabla 12, las variables de los indicadores B.2 Práctica Docente y B.3 Ratios que tuvieron mayor impacto fueron VED, ODA y RPD. Es decir, existe correlación significativa negativa entre la Gamificación y la utilización de una amplia variedad de enfoques docentes en el entorno del aula VED, la capacidad de organizar y mantener la dinámica en el aula ODA y la influencia de una ratio elevada en el aula en la práctica docente RPD. Por otro lado, se evidencia correlación positiva con la selección de enfoques docentes de manera eficaz para guiar el pensamiento y el aprendizaje del alumnado en Matemáticas EDP y la percepción de mejora de las técnicas metodológicas MTM. En cambio, no se observa correlación significativa entre UGM con la evaluación del aprendizaje del alumnado de diferentes maneras EAA.

Respecto al indicador C.2 TIC y Docencia, se observa correlación significativa positiva entre UGM y el uso de herramientas digitales para realizar la evaluación, tutoría y/o seguimiento del alumnado UHD. En cambio, no hay correlación significativa entre UGM con el conocimiento de tecnologías para comprender y elaborar contenidos sobre matemáticas TUM, la selección de tecnologías que mejoran los enfoques docentes para una lección TED, la capacidad de impartir lecciones que combinan adecuadamente matemáticas, tecnologías y enfoques docentes LTD, el uso de estrategias que combinan contenidos, tecnologías y enfoques docentes MDE, la valoración en los criterios de calificación, el uso

de las tecnologías CCT y el tiempo dedicado a la preparación de contenidos digitales para las clases de matemáticas PCD.

En cuanto a las variables del indicador D.3 TIC en el Aula, se encuentra correlación significativa positiva entre UGM y el uso de entornos virtuales de aprendizaje para impartir clases de Matemáticas EVA. No obstante, no encuentra correlación significativa entre UGM con el uso de herramientas o software de la Pizarra Digital Interactiva para impartir clases de Matemáticas PDI, el uso de plataformas educativas para impartir clases de Matemáticas PEM, el uso de software educativo de autor para impartir clases de Matemáticas SEA y el uso en clase de ordenadores, portátiles, tablets para aprender o repasar Matemáticas OPT.

Un análisis diferente muestra que, la metodología UGM se vio influenciada por 5 ítems de los indicadores B.2 Práctica Docente, C.2 TIC y Docencia y D.3 TIC en el Aula. Se observa una correlación significativa positiva entre la metodología Gamificación (UGM) con la capacidad de gestión de la dinámica del aula ODA, el empleo de herramientas digitales para realizar la evaluación, tutoría y/o seguimiento del alumnado UHD y el uso de entornos virtuales de aprendizaje para impartir clases de matemáticas EVA. En cambio, existe correlación significativa negativa entre UGM con el empleo de enfoques pedagógicos amplios en el aula VED y una elevada ratio en el aula que dificulta la práctica docente RPD. Estos resultados sugieren que, en la selección de la metodología aprendizaje Gamificación no se observa impacto de la formación en TIC, ni por los usos de estas para la comunicación y la colaboración por parte del docente de Matemáticas.

### ***Aprendizaje-Servicio***

Se procede al análisis de la metodología Aprendizaje – Servicio. Los resultados se detallan en la Tabla 13:

**Tabla 13**

*Ajustes del Modelo de Regresión Lineal para UAM*

*Coefficients: Ítems de los Indicadores B.2 Práctica Docente y B.3 Ratios*

	Estimate	Std. Error	T Value	Pr(> t )
Intercept	8.02479	1.95653	4.102	0.001755**
<b>VED</b>	<b>-2.86535</b>	<b>0.62178</b>	<b>-4.608</b>	<b>0.000755***</b>
EAA	0.01192	0.19379	0.062	0.952053
ODA	1.64075	0.81277	2.019	0.068567
<b>EDP</b>	<b>-1.18017</b>	<b>0.53611</b>	<b>-2.201</b>	<b>0.049967*</b>
MTM	-0.14576	0.17092	-0.853	0.411952
RPD	-0.09144	0.27935	-0.327	0.749567

Residual standard error: 0.548 on 11 degrees of freedom. Multiple R-squared: 0.8069. Adjusted R-squared: 0.7016. F-statistic: 7.662 on 6 and 11 DF. P-value: 0.002014

---

*Coefficients: Items of Indicator C.5 Communication and Collaboration*

	Estimate	Std. Error	T Value	Pr(> t )
Intercept	-0.34873	0.55101	-0.633	0.53973
PFM	0.08357	0.20307	0.412	0.68859
ACE	0.31097	0.24423	1.273	0.22916
<b>UBA</b>	<b>-0.76441</b>	<b>0.28544</b>	<b>-2.678</b>	<b>0.02149*</b>
<b>CIC</b>	<b>0.79212</b>	<b>0.22809</b>	<b>3.473</b>	<b>0.00521**</b>
DTT	0.06275	0.22460	0.279	0.78515
PPC	0.24001	0.23993	1.000	0.33865

Residual standard error: 0.7633 on 11 degrees of freedom. Multiple R-squared: 0.6255. Adjusted R-squared: 0.4212. F-statistic: 3.062 on 6 and 11 DF, p-value: 0.05156

---

*Coefficients: Items of Indicator D.3 ICT in the classroom*

	Estimate	Std. Error	T Value	Pr(> t )
Intercept	0.35799	0.20519	1.745	0.107
UTA	NA	NA	NA	NA
PDI	-0.13166	0.08053	-1.635	0.128
EVA	-0.10451	0.08473	-1.233	0.241
PEM	-0.13713	0.15780	-0.869	0.402
<b>SEA</b>	<b>1.12097</b>	<b>0.18008</b>	<b>6.225</b>	<b>4.42e-05***</b>
OPT	0.03050	0.08265	0.369	0.719

Residual standard error: 0.326 on 12 degrees of freedom. Multiple R-squared: 0.9255. Adjusted R-squared: 0.8944. F-statistic: 29.8 on 5 and 12 DF. P-value: 2.277e-06

Signif. codes: 0 '\*\*\*'; 0.001 '\*\*'; 0.01 '\*'; 0.05 '.'; 0.1 ' ';

*Nota.* "UAM" ¿Usas o has usado alguna vez Aprendizaje – Servicio como metodología activa en el aula?

Atendiendo a la pregunta ¿Usas o has usado alguna vez Aprendizaje – Servicio como metodología activa en el aula? Tabla 13, las variables de los indicadores B.2 Práctica Docente y B.3 Ratios más influyentes fueron VED y EDP. Se evidencia correlación

significativa negativa entre UAM con el uso de una amplia variedad de enfoques docentes en el entorno del aula VED, la selección de enfoques docentes de manera eficaz para guiar el pensamiento y el aprendizaje del alumnado en matemáticas EDP. Por otro lado, no se observa correlación significativa con la evaluación del aprendizaje del alumnado de diferentes maneras EAA, la capacidad de organizar y mantener la dinámica en el aula ODA, la percepción de mejora de las técnicas metodológicas MTM y la influencia de una ratio elevada en el aula, en la práctica docente RPD.

Respecto a las variables del indicador C.5 Comunicación y Colaboración, los datos señalan una correlación significativa negativa entre UAM con el uso de blogs y wikis para desarrollar plataformas de aprendizaje en línea para el alumnado UBA. De otra parte, se evidencia correlación positiva con la capacidad de compartir información y contenidos educativos en redes sociales y comunidades y espacios en línea en función de los destinatarios CIC. En cambio, no hay correlación significativa entre UAM con la participación en foros y chat de contenido matemático PFM, el uso de herramientas para la comunicación en línea con agentes de la comunidad educativa ACE, el trabajo en grupo para desarrollar contenidos y estrategias para la docencia con las tecnologías DTT, y la participación en proyectos de centro colaborativos relacionados con las tecnologías digitales PPC.

Analizando los ítems del Indicador D.3 TIC en el Aula, los resultados sugieren una correlación significativa positiva entre UAM con el uso de software educativo de autor para impartir clases de Matemáticas SEA. Es destacable que no encuentre correlación significativa con el uso de recursos TIC que hay en el aula para dar clases UTA, el uso de herramientas o software de la Pizarra Digital Interactiva para impartir clases de matemáticas

PDI, el uso de entornos virtuales de aprendizaje para impartir clases de Matemáticas EVA, el uso de plataformas educativas para impartir clases de Matemáticas PEM y el uso en clase de ordenadores, portátiles, tablets para aprender o repasar Matemáticas OPT.

Otro análisis de la tabla 11, indica que, la metodología Aprendizaje -Servicio se ve afectada por 5 ítems de los indicadores B.2 Práctica Docente y C.5 Comunicación and Colaboración y D.3 TIC en el Aula. Se evidencia una correlación significativa positiva entre la metodología Aprendizaje – Servicio con el empleo software educativo para impartir matemáticas SEA y con el intercambio de información y de contenidos a través de espacios en línea CIC. No obstante, existe correlación significativa negativa entre UAM con el empleo de enfoques pedagógicos amplios en el aula VED, la selección de enfoques eficaces para guiar el pensamiento y el aprendizaje del alumnado en matemáticas EDP y con el uso de blogs y wikis para desarrollar plataformas de aprendizaje en línea para el alumnado UBA.

Estos resultados muestran que, en la selección de la metodología Aprendizaje – Servicio no se observa impacto de la formación en TIC, ni de su uso por parte del docente de matemáticas para la preparación de contenidos, ni en la práctica docente en el aula, ni por la influencia de una ratio elevada en el aula RPD.

### ***Design Thinking***

El siguiente estudio se centra en la metodología Design Thinking. Los resultados se exponen en la Tabla 14.

#### **Tabla 14**

##### *Ajustes del Modelo de Regresión Lineal para UDM*

---

***Coefficients: Items de los Indicadores B.2 Práctica Docente y B.3***



	Estimate	Std. Error	T Value	Pr(> t )
Intercept	2.4443	2.3616	1.035	0.32288
<b>VED</b>	<b>-2.8762</b>	<b>0.7505</b>	<b>-3.832</b>	<b>0.00278**</b>
EAA	0.1126	0.2339	0.481	0.63977
ODA	1.6757	0.9811	1.708	0.11565
EDP	0.3555	0.6471	0.549	0.59377
MTM	-0.2628	0.2063	-1.274	0.22898
RPD	0.2218	0.3372	0.658	0.52428

Residual standard error: 0.6615 on 11 degrees of freedom. Multiple R-squared: 0.7083.

Adjusted R-squared: 0.5491. F-statistic: 4.451 on 6 and 11 DF. P-value: 0.01582

***Coefficients: Items of Indicator C.5 Communication and Collaboration***

	Estimate	Std. Error	T Value	Pr(> t )
Intercept	-0.67492	0.61962	-1.089	0.2993
PFM	0.14871	0.22836	0.651	0.5283
ACE	0.24168	0.27464	0.880	0.3977
UBA	-0.34830	0.32099	-1.085	0.3011
<b>CIC</b>	<b>0.58914</b>	<b>0.25649</b>	<b>2.297</b>	<b>0.0423*</b>
DTT	-0.06059	0.25257	-0.240	0.8148
PPC	0.19985	0.26981	0.741	0.4744

Residual standard error: 0.8583 on 11 degrees of freedom. Multiple R-squared: 0.5089.

Adjusted R-squared: 0.241. F-statistic: 1.899 on 6 and 11 DF. P-value: 0.1688

Signif. codes: 0 '\*\*\*'; 0.001 '\*\*'; 0.01 '\*'; 0.05 '.'; 0.1 ' '1;

*Nota.* "UDM" ¿Usas o has usado alguna vez Design Thinking como metodología activa en el aula?

La única variable del indicador B.2 Práctica Docente y B.3 Ratios que más han influido en UDM ¿Usas o has usado alguna vez Design Thinking como metodología activa en el aula? es VED, Tabla 14. Es decir, los datos señalan una correlación significativa negativa entre UDM con la utilización de una amplia variedad de enfoques docentes en el entorno del aula VED. Sin embargo, no se encuentra correlación significativa entre UDM con la evaluación del aprendizaje del alumnado de diferentes maneras EAA, la capacidad de organizar y mantener la dinámica en el aula ODA, la selección de enfoques docentes de manera eficaz para guiar el pensamiento y el aprendizaje del alumnado en Matemáticas EDP, la percepción de mejora de las técnicas metodológicas MTM y la influencia de una ratio elevada en el aula en la práctica docente RPD.

En cuanto a las variables del Indicador C.5 Comunicación y Colaboración, se evidencia una correlación significativa positiva entre UDM con la capacidad de compartir información y contenidos educativos en redes sociales y comunidades y espacios en línea CIC. En cambio, no se observa correlación significativa entre UDM con la participación en foros y chat de contenido matemático PFM, el uso de herramientas para la comunicación en línea con agentes de la comunidad educativa ACE, el uso de blogs y wikis para desarrollar plataformas de aprendizaje en línea para el alumnado UBA, el trabajo en grupo para desarrollar contenidos y estrategias para la docencia con las tecnologías DTT y la participación en proyectos de centro colaborativos relacionados con las tecnologías digitales PPC.

Un análisis diferente de la metodología UDM señala que se ve afectado sólo por 2 ítems de los indicadores B.2 Práctica Docente y C.5 Comunicación y Colaboración). Existe correlación significativa positiva entre la metodología Design Thinking con el intercambio de información y de contenidos a través de espacios en línea CIC. No obstante, existe correlación significativa negativa entre UDM con el empleo de enfoques pedagógicos amplios en el aula VED.

Estos resultados muestran que, en la selección de la metodología Design Thinking no se observa impacto de la formación en TIC, ni de su uso por parte del docente de matemáticas en la práctica docente, ni por la influencia de una ratio elevada en el aula RPD.

### ***Aprendizaje Cooperativo***

El siguiente estudio se centra en la metodología Aprendizaje Cooperativo. Los resultados se detallan en la Tabla 15.

#### **Tabla 15**

## Ajustes del Modelo de Regresión Lineal para UAC

### *Coefficients: Items de los Indicadores B.2 Práctica Docente y B.3 Ratios*

	Estimate	Std. Error	T Value	Pr(> t )
Intercept	1.97589	3.38246	0.584	0.5709
VED	-1.45611	1.07493	-1.355	0.2027
<b>EAA</b>	<b>0.91737</b>	<b>0.33502</b>	<b>2.738</b>	<b>0.0193*</b>
ODA	0.80845	1.40512	0.575	0.5766
EDP	0.18071	0.92683	0.195	0.8490
MTM	-0.62598	0.29548	-2.118	0.0577
RPD	0.03156	0.48294	0.065	0.9491

Residual standard error: 0.9475 on 11 degrees of freedom. Multiple R-squared: 0.5727.

Adjusted R-squared: 0.3397. F-statistic: 2.458 on 6 and 11 DF. P-value: 0.0932

### *Coefficients: Items of Indicator C.1 ICT Training*

	Estimate	Std. Error	T Value	Pr(> t )
Intercept	2.69718	1.98396	1.359	0.20385
FTP	0.92743	1.15218	0.805	0.43957
FTD	-1.62816	0.90594	-1.797	0.10252
FCM	-0.28688	0.29541	-0.971	0.35439
FCW	-0.08468	0.29206	-0.290	0.77778
FMO	0.42030	0.74546	0.564	0.58530
<b>FRE</b>	<b>0.83623</b>	<b>0.26351</b>	<b>3.173</b>	<b>0.00993**</b>
FOT	-0.31770	0.27999	-1.135	0.28297

Residual standard error: 1.034 on 10 degrees of freedom. Multiple R-squared: 0.537.

Adjusted R-squared: 0.213. F-statistic: 1.657 on 7 and 10 DF. P-value: 0.2261

### *Coefficients: Items of Indicator C.5 Communication and Collaboration*

	Estimate	Std. Error	T Value	Pr(> t )
(Intercept)	1.5789	0.7515	2.101	0.0595
PFM	0.3345	0.2770	1.208	0.2525
ACE	-0.4812	0.3331	-1.445	0.1765
UBA	-0.6227	0.3893	-1.600	0.1380
CIC	0.6315	0.3111	2.030	0.0672
DTT	-0.3365	0.3063	-1.098	0.2955
<b>PPC</b>	<b>0.8161</b>	<b>0.3272</b>	<b>2.494</b>	<b>0.0298*</b>

Residual standard error: 1.041 on 11 degrees of freedom. Multiple R-squared: 0.4842.

Adjusted R-squared: 0.2029. F-statistic: 1.721 on 6 and 11 DF. P-value: 0.2059

Signif. codes: 0 '\*\*\*'; 0.001 '\*\*'; 0.01 '\*'; 0.05 '.'; 0.1 ' '1;

*Nota.* "UAC" ¿Usas o has usado alguna vez aprendizaje cooperativo como metodología activa en el aula?

El estudio de la influencia de las variables de los indicadores B.2 Práctica Docente y B.3 Ratios sobre "UAC" ¿Usas o has usado alguna vez aprendizaje cooperativo como metodología activa en el aula? Tabla 15, sugieren la existencia de correlación significativa

positiva entre UAC con la evaluación del aprendizaje del alumnado de diferentes maneras EAA. No obstante, no se observa correlación significativa con el uso de una amplia variedad de enfoques docentes en el entorno del aula VED, la capacidad de organizar y mantener la dinámica en el aula ODA, la selección de enfoques docentes de manera eficaz para guiar el pensamiento y el aprendizaje del alumnado en Matemáticas EDP, la percepción de mejora de las técnicas metodológicas MTM y la influencia de una ratio elevada en el aula, en la práctica docente RPD.

Respecto a los ítems del Indicador C.1 Formación TIC, se observa correlación significativa positiva entre UAC con la formación recibida en ECDL FRE. En cambio, no se evidencia correlación significativa con la consideración de indispensable de la formación en TIC para uso personal FTP, para la práctica docente FTD, la formación recibida en creación de contenidos Moodle FCM, en creación de páginas Web FCW y otra formación en tecnologías FOT.

En cuanto a las variables del indicador C.5 Comunicación y Colaboración, se evidencia correlación significativa positiva entre UAC con la participación en proyectos de centro colaborativos relacionados con las tecnologías digitales PPC. Sin embargo, No hay correlación significativa con la participación en foros y chat de contenido matemático PFM, el uso de herramientas para la comunicación en línea con agentes de la comunidad educativa ACE, el uso de blogs y wikis para desarrollar plataformas de aprendizaje en línea para el alumnado UBA, la capacidad de compartir información y contenidos educativos en redes sociales y comunidades y espacios en línea en función de los destinatarios CIC y el trabajo en grupo para desarrollar contenidos y estrategias para la docencia con las tecnologías DTT.

En general, la metodología UAC se ve influenciado por 3 ítems de los indicadores B.2 Práctica Docente, C.1 Formación TIC y C.5 Comunicación y Colaboración. La tabla 14 muestra correlación significativa positiva entre la metodología basada en el aprendizaje colaborativo UAC, con la evaluación amplia del aprendizaje del alumnado EAA y con la formación recibida en ECDL FRE. Se identifica una correlación significativa positiva entre UAC con la participación y colaboración en proyectos de centro relacionados con las tecnologías digitales PPC. Estos resultados muestran que, en la selección de la metodología Aprendizaje Colaborativo, no se aprecia impacto de la formación en TIC, ni de su uso por parte del docente de matemáticas en la práctica docente, ni por la influencia de una ratio elevada en el aula RPD.

### ***Aprendizaje Basado en Problemas y otras metodologías***

Por último, para las variables "UAP" ¿Usas o has usado alguna vez aprendizaje basado en problemas como metodología activa en el aula? y "UOM" ¿Usas o has usado alguna vez otras metodologías activas en el aula? el algoritmo empleado no muestra ninguna correlación con las variables del estudio.

A continuación, se realiza un análisis de la relación entre las variables del estudio de mayor impacto, para evaluar las correlaciones existentes entre ellas, dando respuesta a la pregunta de investigación ¿Qué relación se observa entre las variables que tuvieron mayor peso?

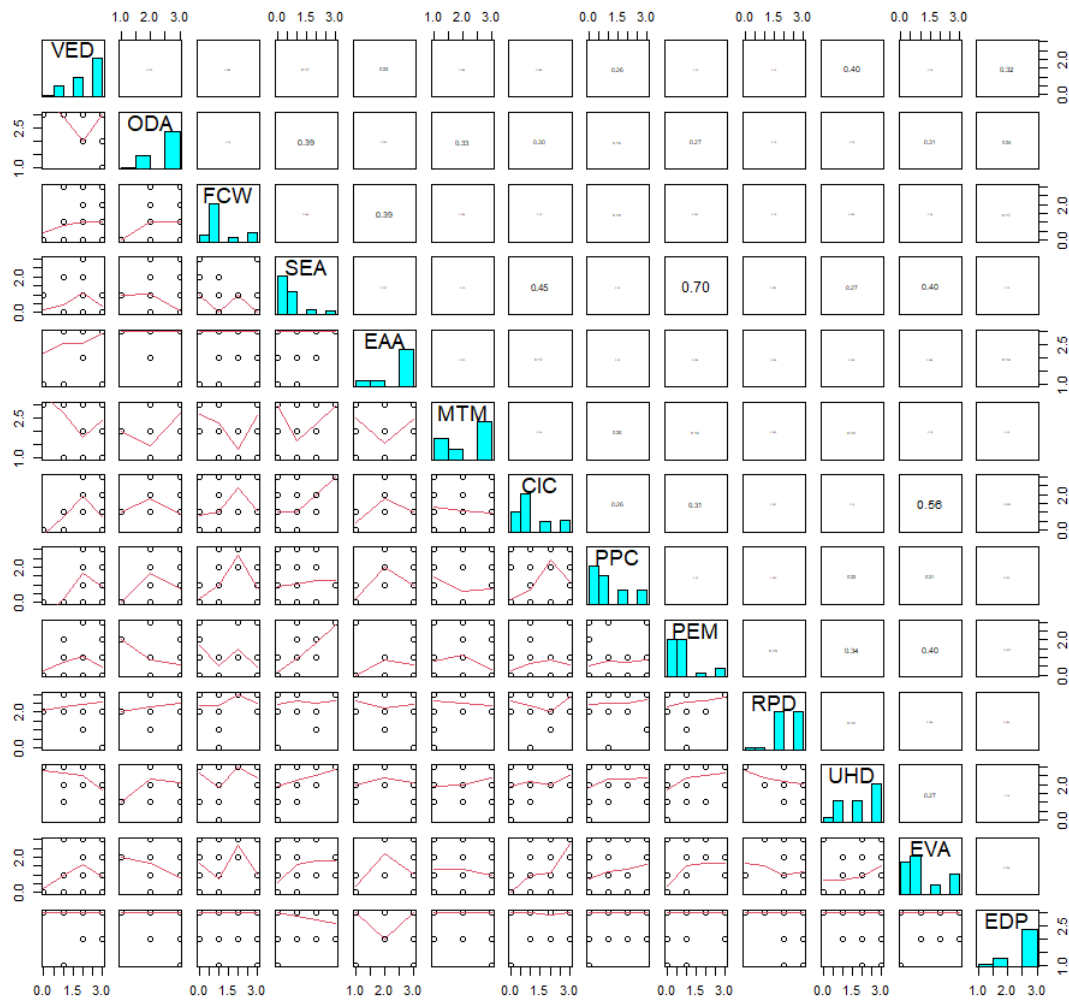
### ***Relación entre las variables del estudio más relevantes***

Para obtener información de las correlaciones existentes entre los ítems del estudio se propone primero un análisis de correlaciones cuyos resultados se ilustran en la Figura 10

y segundo, un análisis de componentes principales (PCA), empleando un biplot simétrico cuya representación se expone en la Figura 11.

**Figura 10**

*Análisis de Correlaciones*



*Nota.* Asociaciones entre las variables del estudio de mayor impacto.

La Figura 10 muestra que, las variables PEM y SEA se encuentran fuertemente correlacionadas. Estos resultados muestran que, el docente de Matemáticas con

competencias tecnológicas que usa plataformas educativas también emplea software educativo para la enseñanza de las Matemáticas.

Se observa que las variables de mayor peso en el presente estudio (figura 10) fueron EVA, PEM, SEA del indicador D.3, y CIC del indicador C.5. Es decir, lo más relevante fue el uso de entornos virtuales de aprendizaje, de plataformas educativas y de software educativo de autor para las clases de Matemáticas. También tuvo un papel destacable la capacidad de compartir información y contenidos educativos en redes sociales y comunidades y espacios en línea.

En menor medida destacan ODA del indicador B.2, UHD del indicador C.2 y PPC del indicador C.5. Es decir, la capacidad para organizar y mantener la dinámica en el aula y el uso de herramientas digitales para realizar la evaluación, tutoría y/o seguimiento del alumnado.

El resto de los ítems, VED, EDP, EAA, EDP, MTM del indicador B.2, RPD del indicador B.3, y FCW del indicador C.1, tuvieron una relevancia poco significativa. Es decir, el uso amplio de enfoques docentes en el entorno del aula, la selección de enfoques docentes de manera eficaz para guiar el pensamiento y el aprendizaje del alumnado en matemáticas, la evaluación amplia el aprendizaje del alumnado, y la percepción de mejora de las técnicas metodológicas. También tuvieron un papel secundario la influencia de ratios elevadas en la práctica docente y la formación en creación de páginas web.

Estos resultados sugieren que la percepción general docente de matemáticas de Melilla es que se considera capaz de gestionar adecuadamente la dinámica en el aula, usa los recursos digitales para compartir información/contenidos educativos, emplea software y

plataformas educativas para la enseñanza de las matemáticas y usa herramientas digitales para la evaluación/seguimiento del alumnado.

Para ahondar en análisis de las variables anteriores asociadas a las puntuaciones de los individuos del estudio, se emplea un análisis de componentes principales (PCA). El PCA se utiliza para reducir la dimensionalidad y evitar problemas de colinealidad. Entre las finalidades de su empleo cabe citar:

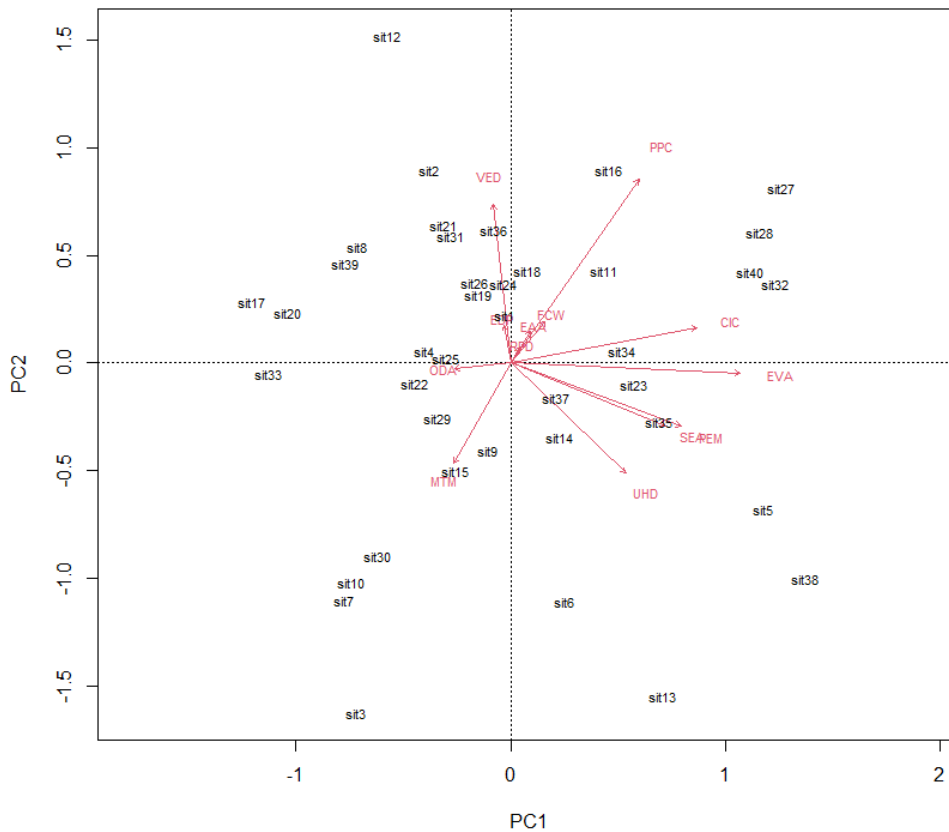
- Representar de manera óptima un conjunto de variables e individuos (o casos).
- Transformar las variables originales, en general correlacionadas, en nuevas variables no correlacionadas (o incorreladas), facilitando la interpretación de los datos (reduciendo la dimensionalidad de los datos).
- Definir qué variables contribuyen en mayor medida como fuente de variabilidad.
- Qué variables están relacionadas entre sí y cuáles no.
- Identificar si el conjunto de variables describe una estructura importante o solamente son ruido aleatorio.

El PCA, reduce la dimensionalidad de los datos multivariados a dos o tres componentes principales, que se pueden visualizar gráficamente, con una pérdida mínima de información. Éste, asume que las direcciones con las mayores variaciones son las más relevantes. Los resultados más destacables de este estudio se muestran en el gráfico PCA de la Figura 11.

### **Figura 11**

*Análisis de Componentes Principales (PCA)*





*Nota.* Correlaciones entre las variables del estudio de mayor impacto.

En la Figura 11, se observa que las variables ODA y MTM se encuentran negativamente correlacionadas de forma significativa con RPD, EAA, FCW, PPC y CIC. Una posible interpretación de los resultados sugiere que, aquellos docentes con un enfoque tradicional de la enseñanza se ven identificados con las variables asociadas a la práctica docente, puntuando alto en (ODA y MTM) y bajo en los ítems relacionadas con la formación y comunicación con las TIC. En cambio, el profesorado que emplea las TIC le da mayor puntuación a la componente tecnológica de la enseñanza. Por otro lado, la correlación significativa negativa con RPD puede interpretarse como que, una ratio elevada puede condicionar el empleo de metodologías activas en el aula.

Las variables VED y EDP se correlacionan negativamente de forma significativa con SEA, EVA, UHD y PEM. Estos resultados refuerzan la interpretación anterior, acerca de los enfoques tradicional y tecnológico de la enseñanza por parte de los docentes de Matemáticas de Melilla.

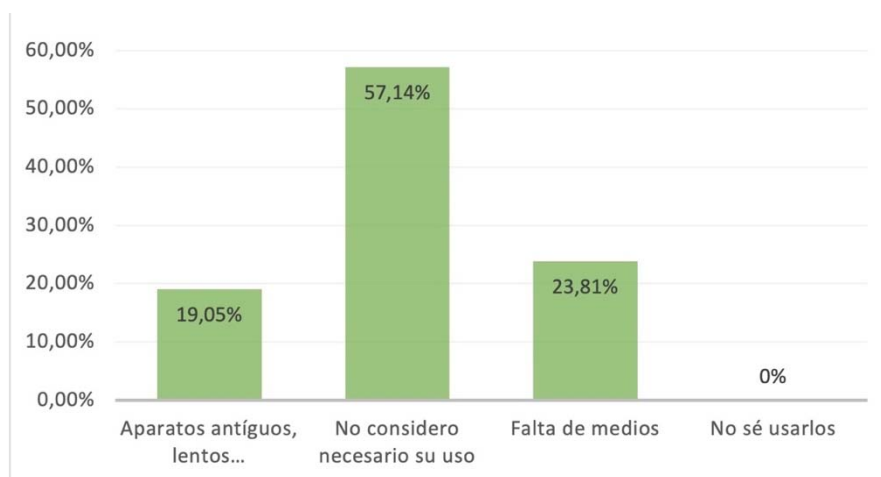
### **Recursos TIC y Competencia Digital Docente**

Debido a la importancia de las tecnologías en el desarrollo profesional docente, se considera necesario profundizar en la relación entre el docente de matemáticas y las TIC. El presente estudio analiza la competencia digital del profesorado a través de sus percepciones sobre la formación, el uso y el dominio de las TIC en general. En este estudio, se analiza las dimensiones “B. Matemáticas y Práctica Docente”, “C. TIC en el Entorno del Profesorado” y “D. Usos, Recursos y Dominio de las TIC”.

Por otro lado, cabe preguntar ¿Sueles utilizar los recursos TIC que hay en el aula proyectores, pizarra digital... para dar clase?, un 34.4% del profesorado afirma que no las emplea. Las causas que argumentan se exponen en la Figura 12.

### **Figura 12**

*Puntuaciones del ítem ANT*



*Nota.* ANT: ¿Por qué no usas las herramientas tecnológicas en el aula?

Si analizamos los motivos que alegan los docentes (Figura 12), es destacable que el 57,14% no lo considera necesario, el 23,81% no usa las TIC por falta de medios (Dato que concuerda con los obtenidos en DCT “*Considero que en mi aula dispongo de los recursos TIC suficientes para mi trabajo diario*”). El 19,05% no las emplea por que los equipos son antiguos o lentos y 0% por no saber usarlos. Éste último dato implica que el profesorado de Matemáticas de Melilla considera que posee la competencia digital necesaria para emplear las TIC en el aula.

A partir de estos antecedentes, esta investigación se plantea alcanzar tres objetivos 1) Examinar los ítems más relevantes de los indicadores anteriores, 2) Estimar la relación entre los docentes de forma individualizada y por clústeres y 3) Analizar la incidencia de las variables edad, experiencia docente y género en el presente estudio. Así mismo, las preguntas de investigación planteadas fueron: ¿El profesorado de Matemáticas se mantiene formado en TIC?; ¿El profesorado de Matemáticas usa las TIC para impartir docencia?; ¿El profesorado usa más software o hardware para la enseñanza?; ¿Influye el género, la edad y la experiencia docente y el uso de las TIC?; ¿Existe relación entre los ítems de los indicadores de Formación, Usos y Recursos en TIC?

En este estudio se evalúan además del género, la edad y la experiencia docente, 3 variables del indicador B.2 Práctica Docente, 4 variables del indicador C.1 Formación TIC, 4 del indicador C.2 TIC y Docencia, 6 variables del indicador D.3 Tic en el Aula, y 3 variables del indicador D.5 Dominio de las TIC. Las dimensiones implicadas son B. Matemáticas y Práctica Docente, C. TIC en el Entorno del Profesorado y la dimensión D. Usos, Recursos y Dominio de las TIC.

Para alcanzar el primer objetivo se despliega un análisis de correlaciones lineales cuyos resultados se muestran en la Figura 13. En ella se emplean todos los ítems recogidos en la Tabla 16.

**Tabla 16**

*Relación Entre Ítems, Indicadores, Dimensiones y Codificaciones del Cuestionario.*

<i>DIMENSIÓN A. DATOS DEL PROFESORADO</i>		
<i>Variables Empleadas del Indicador A.1 Datos Generales</i>		
ID	Código	<u>Ítems</u>
A.11	QUT	¿Qué edad tienes?
A.12	GEN	Género
A.16	AED	¿Cuántos años de experiencia docente tienes?
<i>DIMENSIÓN B. MATEMÁTICAS Y PRÁCTICA DOCENTE</i>		
<i>Variables Empleadas del Indicador B.2 Práctica Docente</i>		
ID	Código	
B.23	VED	Utilizo una amplia variedad de enfoques docentes en el entorno del aula.
B.26	EDP	Selecciono enfoques docentes de manera eficaz para guiar el pensamiento y el aprendizaje del alumnado en matemáticas.
B.27	MTM	Considero que son mejorables mis técnicas metodológicas.
<i>Dimensión C. TIC EN EL ENTORNO DEL PROFESORADO</i>		
<i>Variables Empleadas del Indicador C.1 Formación en TIC</i>		
ID	Código	
C.11	FTP	Considero indispensable la formación en TIC para uso personal.
C.12	FTC	Considero indispensable la formación en TIC para mejorar mi curriculum.
C.13	FTD	Considero indispensable la formación en TIC para la práctica docente.
C.15	DIU	Considero necesario el dominio del inglés para un uso adecuado de las TIC.
<i>Variables Empleadas del Indicador C.2 TIC y Docencia</i>		
ID	Código	

C.22	TED	Selecciono tecnologías que mejoran los enfoques docentes para una lección.
C.24	LTD	Puedo impartir lecciones que combinan adecuadamente Matemáticas, tecnologías y enfoques docentes.
C.25	TMC	Selecciono tecnologías para usar en el aula que mejoran la exposición de los contenidos que imparto.
C.26	MDE	Uso en los materiales docentes para el aula, estrategias que combinan contenidos, tecnologías y enfoques docentes sobre los cuales he aprendido.

### *DIMENSIÓN D. USOS, RECURSOS Y DOMINIO DE LAS TIC*

ID	Código	<i>Variables Empleadas del Indicador D.3 TIC en el Aula</i>
D.31	UTA	Sueles utilizar los recursos TIC que hay en el aula (Proyectores, pizarra digital, ..) para dar clases.
D.32	PDI	Uso las herramientas o software de la Pizarra Digital Interactiva para impartir clases de Matemáticas.
D.33	EVA	Uso los entornos virtuales de aprendizaje (Moodle...) para impartir clases de Matemáticas.
D.34	PEM	Uso las plataformas educativas (Factoría del Tutor...) para impartir clases de Matemáticas.
D.35	SEA	Uso software educativo de autor (Edilim, Jelic...) para impartir clases de Matemáticas.
D.36	OPT	En clase usamos ordenadores, portátiles, tablets,... para aprender o repasar Matemáticas.

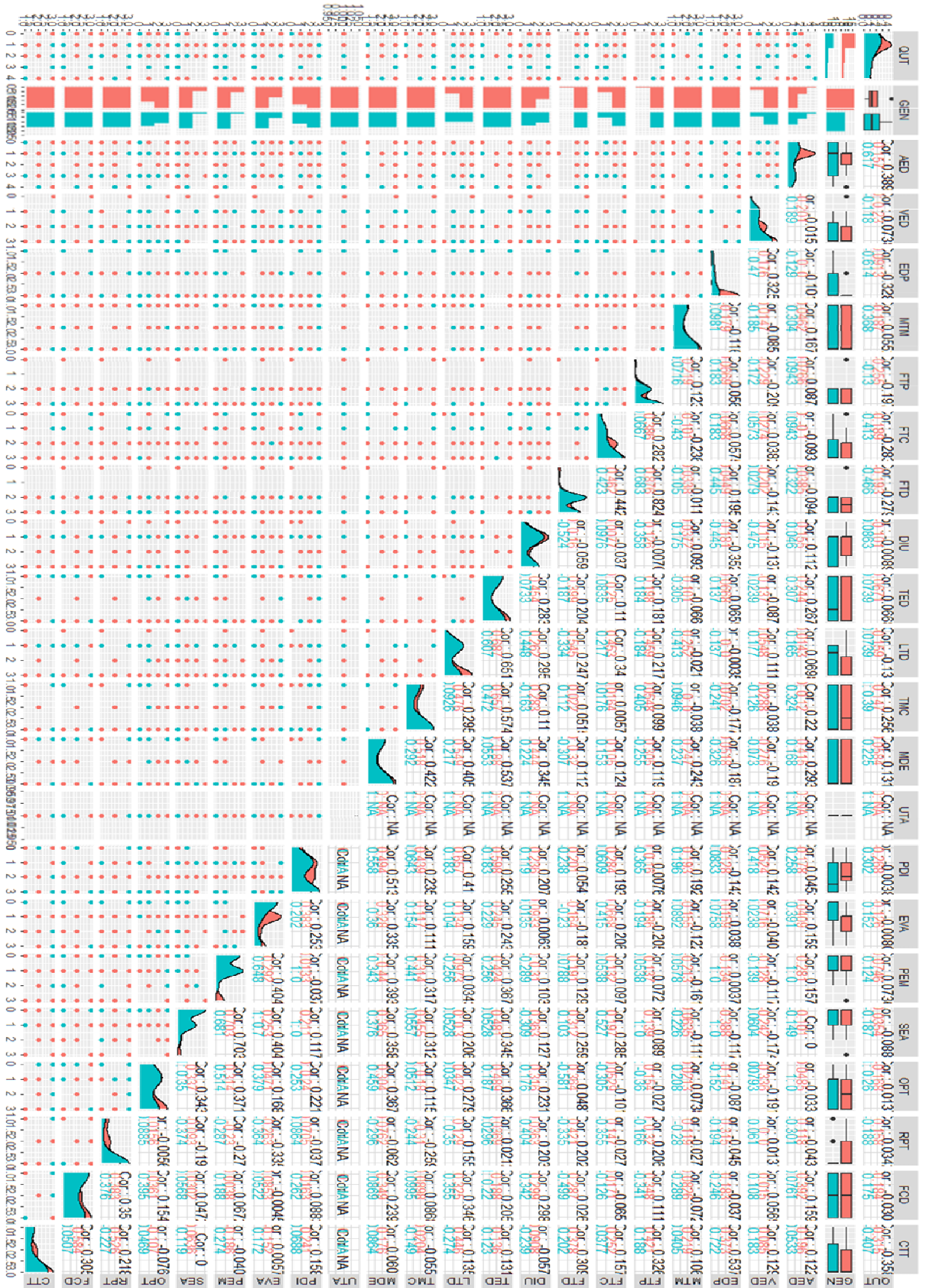
ID	Código	<i>Variables Empleadas del Indicador D.5 Dominio de las TIC</i>
D.51	RPT	Sé resolver mis problemas técnicos.
D.53	FCD	Me formo y actualizo en competencia digital.
D.55	CTT	Tengo los conocimientos técnicos que necesito para usar la tecnología.

*Nota.* La codificación de las puntuaciones fue para QUT (0. Menos de 30 años; 1. Entre 31 y 40 años; 2. Entre 41 y 50 años; 3. Entre 51 y 60 años; 4. Más de 61 años), para AED (0. Menos de 1 año; 1. Entre 2 y 5 años; 2. Entre 6 y 10 años; 3. Entre 11 y 20 años; 4. Más de 21 años) y para el resto de los ítems (0. Nada; 1. Poco; 2. Bastante; 3. Mucho).

Para valorar las asociaciones entre las variables del estudio expuestas en la Tabla 16 se ejecuta un análisis de correlaciones lineales diferenciado por género cuyos resultados se muestran en la Figura 13.

## **Figura 13**

### *Análisis de Correlaciones Lineales*



Nota. Correlaciones entre variables del estudio diferenciado por género.

Un primer análisis de la Figura 13, muestra correlaciones positivas muy significativas entre la formación continua con la selección de enfoques docentes de manera eficaz para guiar el pensamiento y el aprendizaje del alumnado en Matemáticas (CTT con EDP); el uso de plataformas con el uso software específico para la enseñanza de las Matemáticas (PEM con SEA); la formación para uso personal con la formación para uso profesional (FTP con FTD); la selección de tecnologías que mejoran los enfoques docentes para una lección con la selección de contenidos y metodologías, el uso de materiales y estrategias combinadas y la percepción de autosuficiencia en competencia digital (TED con TMC, MDE y LTD) y correlaciones negativas entre la selección de enfoques docentes de manera eficaz para guiar el pensamiento con el aprendizaje del alumnado en matemáticas con el género, la edad y el aprendizaje del inglés tecnológico (EDP con DIU).

Se observan correlaciones positivas pero muy débiles entre la experiencia docente y el empleo de recursos que combinan contenidos, TIC y enfoques pedagógicos (AED con MDE, TMC y TED). De otra parte, la edad se correlaciona positivamente de forma muy débil con TMC. En cambio, se correlaciona negativamente con la selección de enfoques docentes eficaces para guiar el pensamiento y el aprendizaje del alumnado de matemáticas y con el conocimiento necesario para usar la tecnología (QUT con EDP y CTT). Existe, además, una correlación negativa muy débil con la percepción de la formación para uso personal y profesional (FTP y FTD).

En cuanto al género, la figura 13 diferencia los valores por colores. Rojo corresponde al profesorado masculino y el azul corresponde al profesorado femenino. El género, se correlaciona positivamente de forma muy débil con la resolución de problemas técnicos RPT y negativamente con la selección de enfoques docentes eficaces para guiar el

pensamiento y el aprendizaje del alumnado de matemáticas EDP. Además, se observan correlaciones negativas muy débiles, con el uso de hardware en el aula, de software y plataformas educativas y con la percepción de combinar tecnologías y enfoques docentes con las matemáticas (PEM, SEA y LTD).

Con el propósito de dar respuesta a las preguntas del estudio se realiza un Análisis de Componentes Principales (PCA). El proceso seguido para asegurar que PCA fuese óptimo se detalla a continuación:

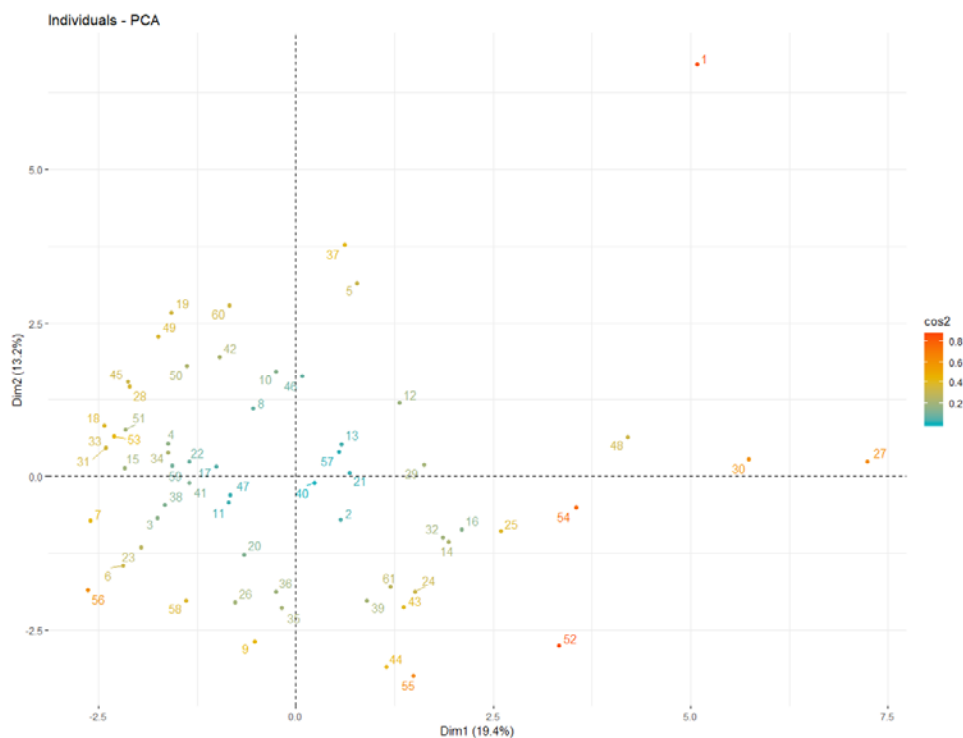
- Se analizó el valor inflado de la varianza. Como consecuencia de que ningún  $vif$  fue superior al 0,8 no se necesitó eliminar ninguna variable.
- Para ejecutar el PCA se estandarizaron los datos.

El PCA se ha utilizado para reducir la dimensionalidad y evitar problemas de colinealidad. Los resultados aparecen representados en la Figura 14.

#### **Figura 14**

*Análisis PCA para GEN*



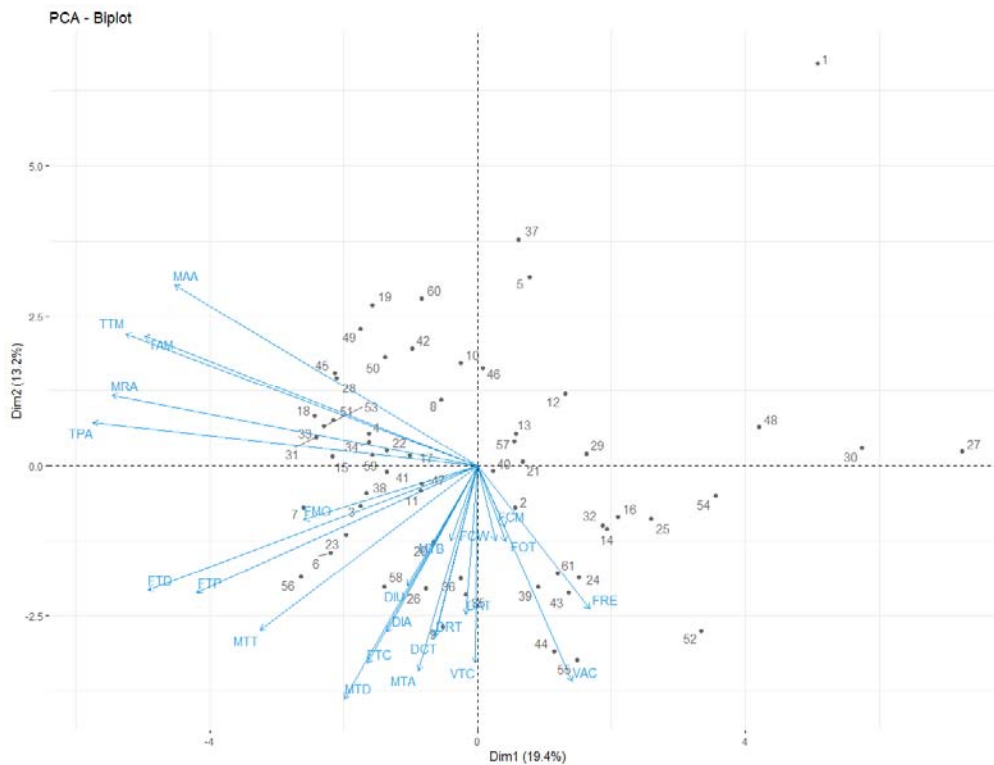


*Nota.* Resultados PCA para los participantes del estudio diferenciado por género.

Se observa que el género no se agrupa en clústeres por la gran dispersión existente en los 4 cuadrantes. Es decir, el género, tiene una baja contribución a la hora de explicar la variabilidad de las puntuaciones. Para contrastarlo, se aplica un análisis individual de casos con el fin de identificar los patrones de puntuación (Figura 14). Éstos, muestran una baja redundancia, es decir, una elevada dispersión de puntos que no permite una clara diferenciación entre hombres (GEN=0) y mujeres (GEN=1). No obstante, se observan diferencias de género en el primer cuadrante con un 87.50% de hombres frente 12.50% de mujeres. Sin embargo, si se atiende al total de la muestra, se comprueba que este resultado no es significativo.

**Figura 15**

### PCA para Variables del Estudio



*Nota.* Contribución de los participantes del estudio a cada variable medida.

La Figura 15, muestra información sobre los dos componentes principales PC1 (primer y tercer cuadrante) y PC2 (segundo y cuarto cuadrante). Al existir una fuerte correlación lineal entre las variables del estudio (véase tercer y cuarto cuadrante), constata que la implementación del presente PCA es la idónea. Por su parte, el  $\cos^2$  (coseno cuadrado) permite identificar las variables que más contribuyen a cada una de estas dimensiones (la calidad de representación). Esta información, también puede ser apreciada por el módulo de cada vector (longitud de las flechas). Es decir, cuanto mayor es su módulo, mayor es su influencia. Para determinar si las variables seleccionadas fueron o no óptimas se analizó en el gráfico PCA, el  $\cos^2$ . De ello concluye que las variables GEN, VED, MTM

y UTA pueden ser eliminadas porque tienen una menor calidad de representación en el mapa de factores.

Los ítems que están correlacionadas con PC1 (Dim.1) y PC2 (Dim.2) son los más importantes para explicar la variabilidad en el conjunto de datos. Se observa como los ítems correlacionados positivamente tienden a agruparse como es el caso de los conocimientos técnicos para usar la tecnología CTT; la formación en TIC para la práctica docente, para uso personal y para mejorar el curriculum FTD, FTP y FTC respectivamente; la formación continua en tecnologías emergentes FCD; el uso pedagógico de la tecnología LTD y la selección adecuada de tecnologías que mejoran los enfoques docentes para una lección TED. Al contrario que el ítem experiencia docente AED que se correlaciona negativamente con los anteriores, por situarse en cuadrantes opuestos de la gráfica.

En cambio, se observa una correlación positiva entre la variable experiencia docente AED con la edad QUT; el género GEN; la percepción de que las técnicas metodológicas son mejorables MTM; el uso de entornos virtuales de aprendizaje para impartir clases de matemáticas EVA; la selección de tecnologías en el aula que mejoran la exposición de los contenidos TMC, el dominio del inglés para un uso adecuado de la tecnología DIU; el uso ordenadores, portátiles, tablets... para aprender o repasar matemáticas OPT; el uso de plataformas educativas para impartir clases de matemáticas PEM; el uso las herramientas o software de la Pizarra Digital Interactiva PDI; el uso software educativo para impartir clases de matemáticas SEA y el uso de estrategias que combinan contenidos, tecnologías y enfoques docentes sobre los cuales me he formado MDE.

Por otro lado, el módulo de cada vector, es decir, la distancia entre los ítems y el origen mide la calidad de éstas en el mapa de factores. Las variables cuyo módulo es mayor,

aparecen claramente representadas, como es el caso de la formación en TIC para la práctica docente FTD; la selección de tecnologías que mejoran los enfoques docentes para una lección TED; el uso pedagógico de la tecnología LTD y el uso de estrategias que combinan contenidos, tecnologías y enfoques docentes sobre los cuales me he formado MDE. Los regresores que no se correlacionan ni con PC1 ni con PC2, o se correlacionan con las últimas dimensiones, muestran una asociación poco significativa como es el caso de utilizar una amplia variedad de enfoques docentes en el entorno del aula VED, el género GEN, el uso de recursos TIC (proyectors, pizarra digital...) para dar clases UTA y la percepción de que las técnicas metodológicas son mejorables MTM.

En el PCA que combina un análisis de clúster para ver qué grupos de variables forman estas, se aprecia, que los grupos son bastantes condensos. En él, se observa que todas las variables pueden ser agrupadas en tres clústeres, es decir, las puntuaciones de los individuos pueden ser segmentadas en tres grupos, cada uno de los cuales tiene un impacto similar en los participantes (Gómez-García, Hossein-Mohand, et al., 2020). El primer clúster contiene la mayoría de los indicadores de “C.2 TIC y Docencia y C.3 Recursos TIC”. Los resultados indican que la aplicación de las TIC a la docencia está en línea con los recursos TIC en el aula.

En el segundo clúster aparece una correlación significativa entre los indicadores “B.2 Práctica docente, C.1 Formación y D.5 Dominio de las TIC”. Así mismo, existe una correlación total entre la formación para uso docente y personal (FTP y FTD), con una mayor puntuación en la formación TIC para uso docente. El tercer clúster que incluye el género, la edad y la experiencia docente, es más heterogéneo, engloba varios ítems de todos los indicadores anteriores y la relación entre ellas es poco significativa.

## Percepción y Motivación

El presente estudio se centra en establecer la posible relación entre las percepciones de los docentes de Matemáticas hacia las TIC, la motivación hacia las mismas y su uso pedagógico en el aula. Por tanto, se proponen los siguientes objetivos: 1) Analizar las percepciones de los docentes de Matemáticas en torno a las TIC y 2) Identificar los clústeres que permitan agrupar al profesorado en torno a sus percepciones.

La relación entre dimensiones, indicadores y variables del estudio, se exponen en la Tabla 17.

**Tabla 17**

*Relación Entre Ítems, Indicadores, Dimensiones y Codificaciones del Estudio*

---

### ***Dimensión A. Datos del Profesorado***

#### ***Variables Empleadas del Indicador A.1 Datos Generales***

<b><u>ID</u></b>	<b><u>Código</u></b>	<b><u>Ítems</u></b>
A.11	QUT	¿Qué edad tienes?
A.12	GEN	Género
A.16	AED	¿Cuántos años de experiencia docente tienes?

---

### ***Dimensión B. Matemáticas y Práctica Docente***

#### ***Variables Empleadas del Indicador B.2 Práctica Docente***

<b><u>ID</u></b>	<b><u>Código</u></b>	<b><u>Variables Empleadas del Indicador B.2 Práctica Docente</u></b>
B.21	ADA	Adapto mi docencia a lo que el alumno entiende en cada momento
B.22	AEC	Soy consciente de los aciertos y errores más comunes del alumnado
B.24	EAA	Evalúo el aprendizaje del alumnado de diferentes maneras

---

### ***Dimensión C. TIC En El Entorno Del Profesorado***

#### ***Variables Empleadas del Indicador C.1 Formación en TIC***

<b><u>ID</u></b>	<b><u>Código</u></b>	<b><u>Variables Empleadas del Indicador C.1 Formación en TIC</u></b>
C.13	FTD	Considero indispensable la formación en TIC para la práctica docente

C.15 DIU Considero necesario el dominio del inglés para un uso adecuado de las TIC

<b>ID</b>	<b>Código</b>	<b>Variables Empleadas del Indicador C.2 TIC y Docencia</b>
C.23	TMA	Selecciono tecnologías que mejoran el aprendizaje del alumnado en una lección
C.24	LTD	Puedo impartir lecciones que combinan adecuadamente Matemáticas, tecnologías y enfoques docentes
C.25	TMC	Selecciono tecnologías para usar en el aula que mejoran los contenidos que imparto, la forma de impartirlos y lo que aprende el alumnado
C.26	MDE	Uso en los materiales docentes para el aula, estrategias que combinan contenidos, tecnologías y enfoques docentes sobre los cuales he aprendido
C.27	CCT	Tengo en cuenta en los criterios de calificación, el uso de las TIC
C.28	UHD	Uso herramientas digitales para realizar la evaluación, tutoría y/o seguimiento del alumnado

<b>ID</b>	<b>Código</b>	<b>Variables Empleadas del Indicador C.3 Recursos TIC</b>
D.32	DAT	Uso las herramientas o software de la Pizarra Digital Interactiva para impartir clases de Matemáticas
D.33	DRT	Uso los entornos virtuales de aprendizaje (Moodle, Webct...) para impartir clases de Matemáticas

<b>ID</b>	<b>Código</b>	<b>Variables Empleadas del Indicador C.4 Motivación</b>
C.41	MTD	Me motiva el uso de las TIC en el aula porque facilita mi labor docente
C.42	MTT	Me motiva el uso de las TIC en el aula porque simplifica mi trabajo (preparación de contenidos, exámenes...)
C.44	MTA	Me motiva el uso de las TIC en el aula porque mejora los resultados académicos del alumnado

*Nota.* La codificación de las puntuaciones fue para QUT (0. Menos de 30 años; 1. Entre 31 y 40 años; 2. Entre 41 y 50 años; 3. Entre 51 y 60 años; 4. Más de 61 años), para AED (0. Menos de 1 año; 1. Entre 2 y 5 años; 2. Entre 6 y 10 años; 3. Entre 11 y 20 años; 4. Más de 21 años) y para el resto de los ítems (0. Nada; 1. Poco; 2. Bastante; 3. Mucho).

Un análisis descriptivo inicial, permite conocer el perfil del docente de Matemáticas de Melilla entorno a sus preferencias motivacionales. Los resultados se detallan en la Tabla 18.

**Tabla 18**

*Resultados Descriptivos por Niveles de la Variable Motivación*

QUT	AED	MTD	MTT	MTA
0:16	0:10	0:3	0:2	0:6
1:25	1:28	1:14	1:10	1:23
2:8	2:5	2:10	2:10	2:8
3:7	3:14	3:34	3:39	3:24
4:5	4:4			

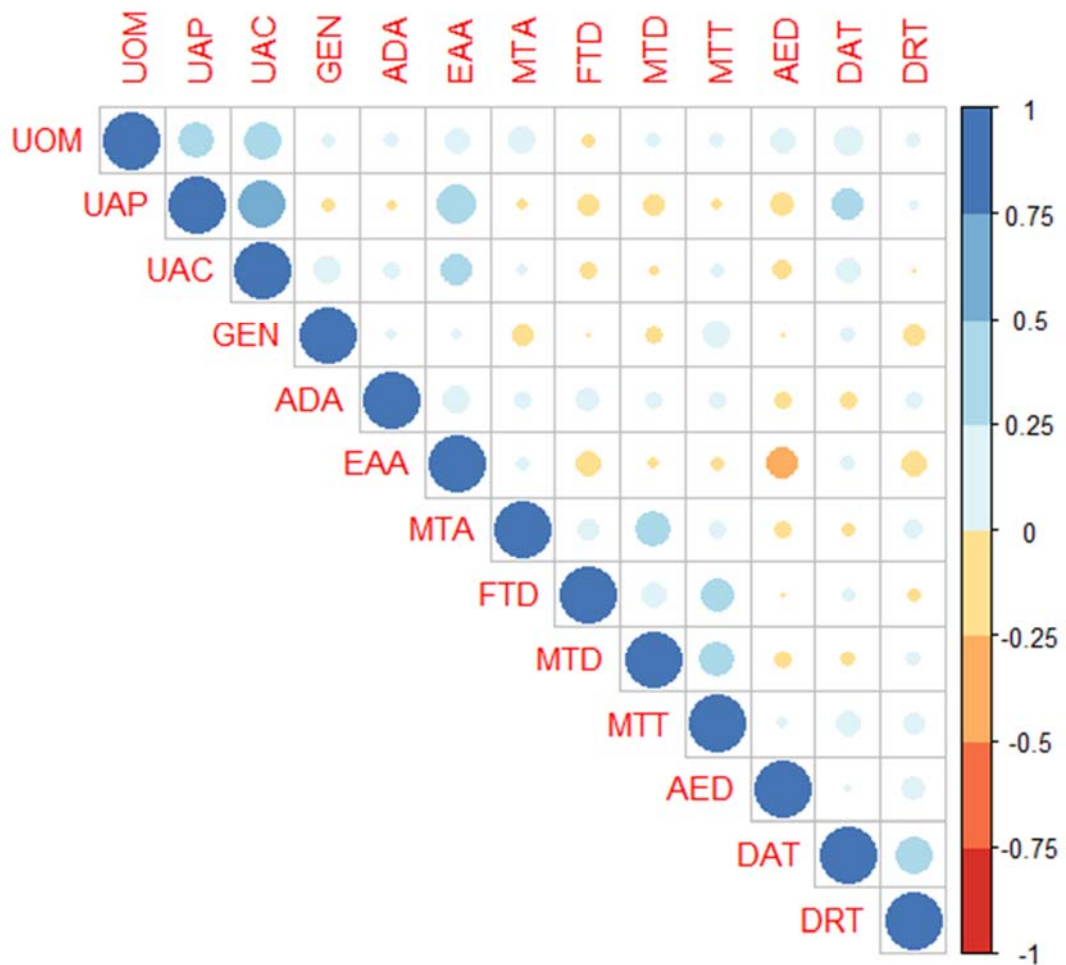
*Nota.* La codificación de las puntuaciones fue para QUT (0. Menos de 30 años; 1. Entre 31 y 40 años; 2. Entre 41 y 50 años; 3. Entre 51 y 60 años; 4. Más de 61 años), para AED (0. Menos de 1 año; 1. Entre 2 y 5 años; 2. Entre 6 y 10 años; 3. Entre 11 y 20 años; 4. Más de 21 años) y para el resto de los ítems (0. Nada; 1. Poco; 2. Bastante; 3. Mucho).

Dentro de indicador C.4 Motivación, se observa que el 19.67% del profesorado le motiva poco o nada el uso de las TIC en el aula porque simplifica su trabajo (preparación de contenidos, exámenes MTT frente al 55.74% que se motiva mucho. De otra parte, al 27.87% le motiva poco o nada el uso de las TIC en el aula porque facilita su labor docente MTD y al 47.54% le motiva poco o nada el uso de las TIC en el aula porque mejora los resultados académicos del alumnado MTA.

Para analizar la influencia de la motivación en las diferentes variables del estudio, se recurre al análisis de correlaciones cuyos resultados se representan en la Figura 16.

## Figura 16

### *Análisis de Correlaciones*



Nota. Correlaciones entre las Variables del Estudio.

El análisis de la Figura 16, revela correlaciones positivas significativas entre la selección de tecnologías que mejoran el aprendizaje del alumnado TMA, los contenidos que imparto y la forma de impartirlos TMC, el uso de estrategias que combinan contenidos, tecnologías y enfoques docentes MDE y la capacidad de impartir lecciones que combinan adecuadamente Matemáticas, tecnologías y enfoques docentes LTD. Además, se observan otras asociaciones menos significativas entre TMC y MDE, y MDE con LTD (Trujillo-Torres et al., 2020).

Por otra parte, la Figura 16 muestra correlaciones muy débiles entre las variables del estudio. Cabe destacar el caso considero indispensable la formación en TIC para la práctica



docente FTD, con el uso de herramientas digitales para realizar la evaluación, tutoría y/o seguimiento del alumnado UHD y la experiencia docente AED con la evaluación del aprendizaje del alumnado de diferentes maneras EAA.

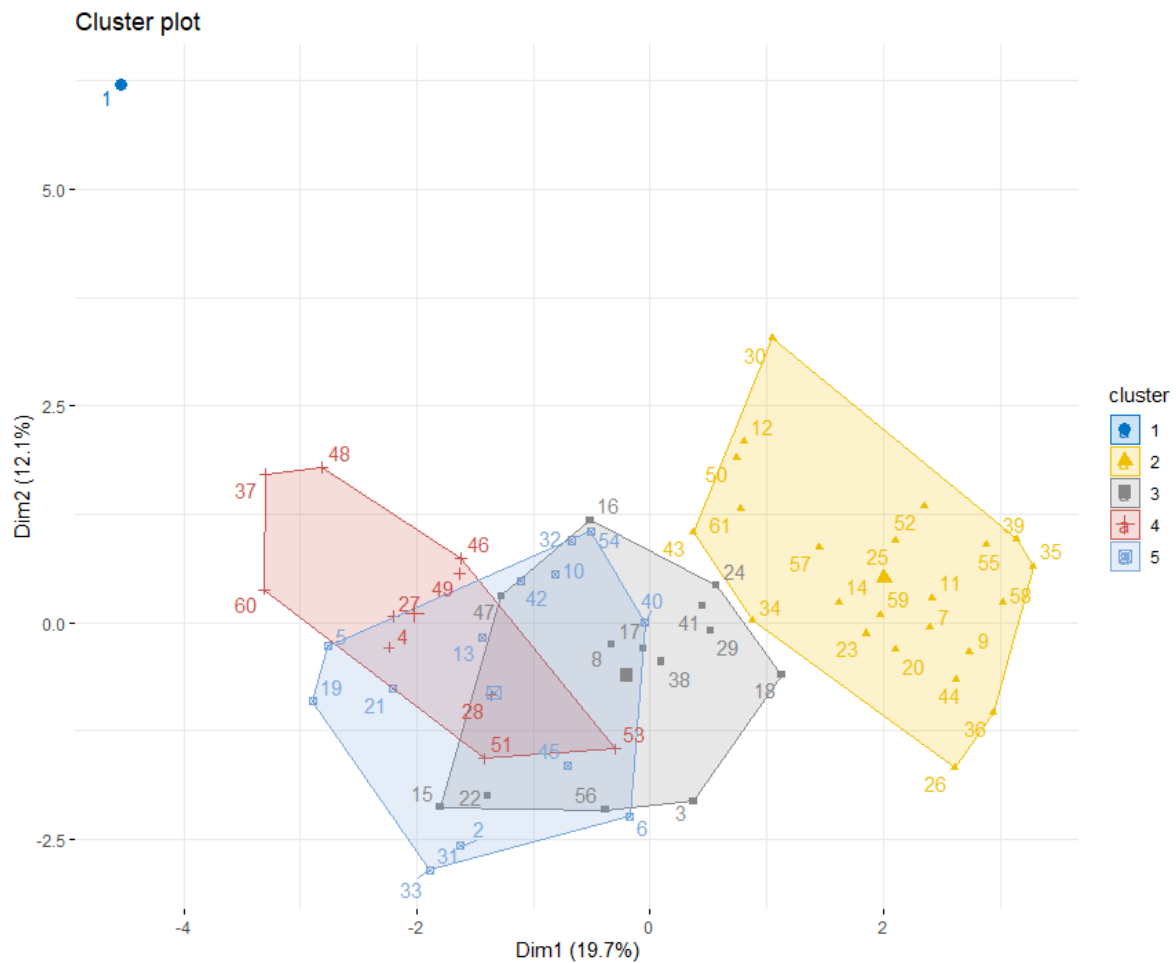
Si se analiza el indicador TIC y Docencia, se observa correlaciones débiles con la motivación del uso de las TIC en el aula, porque mejora los resultados académicos del alumnado MTA, porque simplifica mi trabajo (preparación de contenidos, exámenes...) MTT y porque facilita mi labor docente MTD. Todas pertenecen al indicador Motivación.

Hay que señalar que no se observan correlaciones significativas entre el indicador TIC y Docencia con el género, la edad y la experiencia docente. Tampoco se correlaciona con la percepción de indispensable de la formación en TIC para la práctica docente FTD, ni con la percepción de que en el aula se dispone de los recursos TIC suficientes para el trabajo diario DAT. Del mismo modo, tampoco se observa relación entre el indicador Motivación con el género, la edad y la experiencia docente.

Para identificar comunidades de profesores, se propone el modelo Partitioning Around Medoids (Trujillo-Torres et al., 2020).

### **Figura 17**

*Clasificación de los Docentes en Clústeres*



*Nota.* Agrupación de los individuos en torno a sus puntuaciones en el indicador Motivación.

En la figura 17, se muestran los grupos concretos al que pertenece cada individuo. Se puede ver el perfil del profesorado de Matemáticas, identificando los individuos que puntuaron de manera similar en el estudio. Además, cuanto más compacto es un clúster significa que esa comunidad docente es más fácil de agrupar que otra. Por ejemplo, los clústeres de color amarillo y el gris son los más compactos. Además, resulta interesante examinar las comunidades de profesores para comparar estos resultados con los del gráfico PCA analizado en otro estudio. Una de las novedades que incorpora la presente investigación,

es conocer los id de los participantes que lo conformaron. A tal efecto, estos hallazgos serán de gran trascendencia para incardinar planes eficaces de acción individualizados y personalizados que incidan en las competencias profesionales de los docentes.

# Discusión

La presente tesis aborda el DPD asociado al empleo de las tecnologías. En concreto, se centra en los usos, recursos y formación en TIC y su posible incidencia en los modelos pedagógicos y metodologías activas empleadas por el docente de Matemáticas de Melilla, así como los factores que podrían influir en ellos. A continuación, se discuten los resultados más relevantes.

### **Perfil General del Profesorado de Melilla**

En la presente investigación, el 34.25% de la muestra de docentes de Matemáticas de Melilla es mujer. El 67.21% tiene menos 40 años y posee una experiencia docente inferior a 6 años el 62.30%. Por tanto, el perfil del docente de Matemáticas de Melilla es mayoritariamente masculino, con cierta experiencia docente, pero no es mayor.

Como se observa de la Tabla 3, de media puntúan “Bastante o Mucho” el 90 % de los docentes en: adapto mi docencia a lo que el alumno entiende en cada momento, soy consciente de los aciertos y errores más comunes del alumnado, uso de una amplia variedad de enfoques docentes en el entorno del aula, en la evaluación del aprendizaje del alumnado de diferentes maneras, en la selección de enfoques docentes de manera eficaz para guiar el pensamiento y el aprendizaje del alumnado en Matemáticas y en la percepción de mejora de las técnicas metodológicas. Es decir, el docente de Matemáticas posee altas puntuaciones en la práctica docente.

En este sentido, varios autores sostienen que la dificultad del DPD, supone afrontar los retos diarios de la docencia con perspectiva amplia y promover aprendizajes y prácticas profesionales distintas durante la clase (Cheng, 2017). Además la percepción positiva frente a la enseñanza es fundamental para la práctica docente efectiva (Strakova et al., 2018) y se recomienda el trabajo colaborativo entre docentes de Matemáticas (Dalby, 2019) que puede motivar el uso de nuevas prácticas pedagógicas (Shuilleabhain & Seery, 2018).

### Preferencias Metodológicas y Pedagógicas

En el análisis comparativo entre las preferencias metodológicas, se observa una elección mayoritaria del UAP, UAC y UOM que fluctúa entorno al 40-60%, mientras que el resto de las opciones metodológicas, no supera el 12 % de media. De otra parte, la elevada puntuación asociada al Aprendizaje Basado en Problemas (60%), podría justificarse con la idea errónea que tiene el docente acerca de esta metodología. En general se observa una tendencia clara hacia metodologías más tradicionales.

Estos resultados podrían explicarse porque el empleo de metodologías activas exige un aprendizaje continuo por parte de los docentes en la búsqueda de estrategias pedagógicas efectivas (López-Belmonte et al., 2020), de recursos tecnológicos y de contenido tecnológico pedagógico para la enseñanza de las Matemáticas (Silva-Juarez et al., 2020). De otra parte, la literatura científica sostiene que, el enfoque matemático del docente, se asocia más a preferencias personales que pedagógicas (Brunner & Reusser, 2019). Por tanto, el docente de Matemáticas debe mejorar su DPD para atender los retos de la educación actual (Mammadov & Cimen, 2019).

En la evaluación del género en las elecciones metodológicas, nuestros hallazgos señalan que el profesorado femenino se encuentra por debajo del masculino en las puntuaciones altas de casi todas las opciones salvo en UAC y UOM. Respecto a las puntuaciones altas, el profesorado masculino supera al femenino salvo en UGM, UAP y UAC. Además, las puntuaciones medias señalan que las mujeres poseen un perfil más conservador que los hombres.

Estos resultados parecen contradecir los expuestos en la tabla 7 que sugieren que, un aumento en las puntuaciones en las metodologías afectaría al profesorado femenino. Para

entender correctamente estos resultados, se debe tener en cuenta que, en la muestra, el porcentaje de mujeres (34.25%), es inferior al de hombres. Por tanto, si la muestra fuera paritaria, los resultados de las puntuaciones en Metodologías serían superiores al del profesorado masculino. Esta argumentación se ve reforzada por los resultados de la figura 6, que muestra como los individuos de la muestra poseen un perfil cuasi-homogéneo.

Los datos de la Figura 9 muestra que, el orden de influencia a la hora de elegir las preferencias metodológicas o modelos pedagógicos fueron primero, los recursos TIC seguidos del género y, por último, la práctica docente. Los hallazgos de la Tabla 7, ratifican estos resultados cuantificando que el peso de la práctica docente sólo ampliaría las puntuaciones de uso de las Metodologías en un 17%. En cambio, las máximas puntuaciones en recursos tecnológicos lo harían en un 60%. Luego se evidencia el papel destacable de las tecnologías en el empleo de modelos pedagógicos y metodologías activas.

En la misma línea, la literatura científica evidencia que requiere del profesorado de Matemáticas, una actualización constante en el ejercicio de su práctica docente (López-Belmonte et al., 2020). De otra parte, la disponibilidad y uso de recursos tecnológicos es necesaria para implementa medidas pedagógicas eficaces en el aula (Silva-Juarez et al., 2020). Respecto al género, diversos estudios sostienen que los hombres muestran mayor confianza y menores niveles de ansiedad al experimentar estrategias metodológicas mediadas las TIC (Chen et al., 2020; Cussó-Calabuig et al., 2018; Gebhardt et al., 2019)

### **Desarrollo Profesional Docente**

Desde el punto de vista del DPD, nuestros resultados, muestran que el 95.08% del profesorado, adapta su docencia al alumnado, el 96.72% es consciente de los aciertos y errores más comunes, y el 83.61% evalúa el aprendizaje del alumnado de diferentes maneras

(Trujillo-Torres et al., 2020). Además, se observa que el 73.77% del profesorado de Matemáticas de Melilla es mayor de 30 años y el 83.61% tiene una experiencia docente superior a 1 año. En la misma línea, se postula que la experiencia docente favorece el empleo de metodologías de enseñanza efectivas aunque con enfoque tradicional, manteniendo en general, cierta reticencia hacia la incorporación de la tecnología en su DPD (Gómez-García, Boumadan-Hamed, et al., 2020; Hsu et al., 2017). En relación con ello, estudios previos muestran valores bajos generalmente en los docentes noveles, con poca experiencia en estrategias metodológicas para enseñar Matemáticas y emplear criterios de calificación de forma adecuada (Martin & Jamieson-Proctor, 2019).

Nuestros hallazgos acerca de la clasificación del profesorado entorno a sus puntuaciones medias en tecnologías y práctica docente (Hosseini-Mohand et al., 2021), muestran patrones heterogéneos. Se desprende del mapa de calor para la submuestra (n=40), la agrupación de estos en 4 clústeres diferenciados: El primero, con el 5% de docentes, presenta preferencias pedagógicas sin una orientación tecnológica clara. El segundo, formado por el 7.5% de docentes de la submuestra, presenta un perfil mixto entre los indicadores B.2 “Práctica Docente” y D.3 “TIC en el Aula”. El 15.0% de docentes de la submuestra presenta un perfil más orientado a los usos de las TIC en el aula y a la comunicación y colaboración en línea. Por último, el mayor grupo del clúster, formado por el 72.5% de la submuestra, presenta un perfil mixto entre los diferentes indicadores tecnológicos.

Desde el punto de vista del DPD, en la presente tesis se busca identificar las variables del estudio que tuvieron mayor influencia en la elección del modelo pedagógico Aula Invertida y en las metodologías activas Aprendizaje Basado en Proyectos y Gamificación,



muy extendidas en la Enseñanza Secundaria. Para ello, se aplica un análisis de regresiones, empleando variables numéricas (Hossein-Mohand et al., 2021), e ilustrando las más significativas con su nivel de correlación.

### **Factores Influyentes en las Preferencias Metodológicas y Pedagógicas**

#### ***Aula invertida***

En lo relativo al modelo Aula Invertida o “*Flipped Learning*” (FPL), el análisis de correlaciones muestra que el modelo es significativo, aunque nuestros resultados sugieren que el 62.81% de la variación en la elección del modelo FPL, no puede ser explicado con las variables empleadas y que deben existir otras variables que también influyan. Un análisis más profundo de los resultados muestra que, el mayor número de ítems que se correlacionan de forma muy significativa con este modelo pedagógico, son 3, VED, EAA y ODA correspondientes al *indicador B.2 “Práctica Docente”*. Concretamente, se observan correlaciones significativas negativas con los enfoques docentes VED, la evaluación del alumnado en sentido amplio EAA y el tiempo empleado en la preparación de contenidos digitales PCD. En este sentido, Sánchez-Rodríguez et al., (2017), sostienen que el sobreesfuerzo en la preparación de los contenidos, limita el empleo del modelo FPL (Sánchez Rodríguez et al., 2017).

Por otro lado, los resultados de “Una ratio elevada en el aula, dificulta mi práctica docente”, parecen confirmar que no tuvo impacto significativo en la elección del modelo Flipped Learning. Contrario a los hallazgos del presente trabajo, la literatura postula que esta metodología favorece la personalización de los procesos de enseñanza-aprendizaje (Colomo-Magana, Soto-Varela, et al., 2020).

Los hallazgos de la presente tesis sugieren, además, que las puntuaciones de los ítems de los indicadores C.1 “Formación TIC” y C.2 “TIC y Docencia” tuvieron un peso poco relevante en el modelo Flipped Learning. De hecho, muestran una correlación positiva significativa, sólo en la formación para la creación de páginas Web, el resto de las opciones formativas para el docente de Matemáticas, el uso de las tecnologías para la preparación de contenidos y para el DPD en el aula, tuvieron un impacto poco significativo en la elección de este modelo. Además, los datos obtenidos, relativos a los indicadores C.5 “Comunicación y Colaboración” y D.3 “TIC en el Aula” indican que una débil correlación entre el uso de las tecnologías por parte del docente de Matemáticas para la comunicación y la colaboración entre los miembros de la comunidad educativa, con la elección del modelo Flipped Learning para la enseñanza de las Matemáticas. Sin embargo, la literatura resalta la importancia de la tecnología para el correcto desarrollo de este modelo pedagógico (Pozo-Sánchez et al., 2020), al transferir el trabajo de determinados procesos de aprendizaje fuera del aula (Moreno et al., 2020) y proporcionar al alumnado los recursos en cualquier momento para su aprendizaje (Bond, 2020). A pesar de las valoraciones positivas, algunos autores sostienen que el efecto sobre la satisfacción general del alumnado y del profesorado, es moderado (Strelan et al., 2020). Otros autores señalan además, como desventajas la percepción del docente ante la preparación de materiales pedagógicos y a la baja competencia digital y recursos económicos del alumnado (Sánchez Rodríguez et al., 2017).

### ***Aprendizaje Basado en Proyectos***

Respecto a la metodología Aprendizaje Basado en Proyectos o Project-Based Learning (PBL), el modelo de correlaciones empleado es significativo. Es decir, es un predictor confiable de las puntuaciones obtenidas en la elección del modelo PBL. No obstante, entorno al 50% de la variación en la elección del modelo PBL, no puede ser

explicado con las variables empleadas de los indicadores *C.5 “Comunicación y Colaboración”* y *D.3 “TIC en el Aula”*. Esto sugiere la existencia de otras variables que también influyen.

Un hallazgo inesperado fue que, sólo dos ítems; el empleo de estrategias metodológicas amplias VED y la autopercepción de mejora MTM, relativos ambos al enfoque docente del indicador B.2 “Práctica Docente”, tuvieron influencia significativa negativa, en Project-Based Learning. Además, una ratio elevada tampoco tuvo un impacto significativo en esta metodología. En la misma línea de nuestros hallazgos, la literatura postula que la valoración del Project-Based Learning frente a la metodología tradicional, aunque sea positiva, no depende del nivel educativo ni de la ratio aunque si influyen factores geográficos, recursos TIC disponibles y compromiso por parte del docente y del alumnado (Chen & Yang, 2019).

De otra parte, los resultados de este trabajo muestran que la participación en proyectos educativos de centro, relacionados con las tecnologías y el intercambio de información y contenidos digitales asociados al indicador *C.5 “Comunicación and Colaboración”* y el uso de software educativo para impartir Matemáticas relativo al indicador *D.3 “TIC en el Aula”*, tienen una influencia significativa en la elección de la metodología PBL. En la misma línea, otros autores sostienen que, Project-Based Learning integra de forma práctica valores como la cooperación y la organización (Chen & Yang, 2019). Esta metodología puede coexistir con el modelo tradicional, combinando el trabajo expositivo del profesor, con el trabajo colaborativo práctico (Sivia et al., 2019).

Sin embargo, nuestros hallazgos muestran que, el uso de herramientas para la comunicación en línea, de blogs y wikis para desarrollar plataformas de aprendizaje y el uso

de plataformas educativas, no tuvieron un peso relevante en esta metodología. Tampoco se halló correlación significativa entre esta metodología, con el uso de herramientas o software de la PDI, de entornos virtuales de aprendizaje (Moodle, Webct...) para impartir clases de Matemáticas y el uso de ordenadores, portátiles y tablets, para aprender o repasar Matemáticas. Por su parte, varios autores señalan que PBL requiere de una alta dedicación para diseñar y elaborar los proyectos por parte del alumnado (Chen & Yang, 2019) . Consecuentemente, se observa un bajo nivel de creatividad y originalidad en sus trabajos (Chmelarova et al., 2020).

Igualmente, la ausencia de ítems de los indicadores C.1 “Formación TIC” y C.2 “TIC y Docencia” sugieren que, la formación en TIC y el uso de las tecnologías por parte del docente de Matemáticas para la preparación de contenidos y en el DPD en el aula tuvieron un impacto poco significativo en la elección de esta metodología. En cambio, algunos autores sostienen que esta metodología representa para el docente una alta dedicación, formación y tiempo para mejorar la autoeficacia (Choi et al., 2019). En la misma línea, la importancia de esta metodología para la enseñanza aparece recogida en el currículo de la LOMLOE del sistema educativo español, como herramienta para potenciar la competencia aprender a aprender en todas las materias.

### *Aprendizaje Servicio*

Respecto a la practica docente, se observa correlación significativa negativa entre esta metodología, con el uso de una amplia variedad de enfoques docentes en el entorno del aula, la selección de enfoques docentes de manera eficaz para guiar el pensamiento y el aprendizaje del alumnado en matemáticas. Por otro lado, no se observa correlación significativa con la capacidad de organizar y mantener la dinámica en el aula ODA. En

contra con nuestros hallazgos, la evidencia científica señala que, el APS favorece las competencias analítica, de gestión y comunicación de la información, de planificación y resolución de problemas y del trabajo colaborativo y organizativo (García & Calleja, 2017).

Analizando los ítems del Indicador D.3 TIC en el Aula, en nuestros resultados, no se observa correlación significativa con el uso de recursos TIC que hay en el aula, el uso de herramientas o software de la Pizarra Digital Interactiva, el uso de entornos virtuales de aprendizaje, el uso de plataformas educativas para impartir clases de Matemáticas y el uso en clase de ordenadores, portátiles, tablets para aprender o repasar Matemáticas. Estudios previos señalan la necesidad que tiene el docente de actualizarse en competencias digitales y a desarrollar nuevas estrategias metodológicas, empleando las TIC para incorporarlas al DPD (Gómez García et al., 2015; Tourón et al., 2018; Zahorec et al., 2019).

De otra parte, nuestros hallazgos muestran que, en la selección de la metodología Aprendizaje – Servicio no se observa impacto de la formación en TIC, ni de su uso por parte del docente de Matemáticas para la preparación de contenidos, ni en la práctica docente en el aula, ni por la influencia de una ratio elevada en el aula.

En contra de nuestros hallazgos, la literatura, recalca la importancia de la formación tecnológica de los docentes de Matemáticas para su implementación eficaz en el aula (Baya'a et al., 2019; Pegalajar Palomino, 2017; Romero Martín et al., 2017). De igual forma, sugiere que los docentes que se forman en capacitación pedagógica mejoran sus destrezas para vincular habilidades (Gómez-García, Boumadan-Hamed, et al., 2020), procesos matemáticos y competencias en el diseño y la selección de tareas (Loria & Lupiañez, 2019). Además, permiten el desarrollo de comunidades de aprendizaje profesional y de trabajo colaborativo (Dalby, 2019).

### ***Design Thinking***

Nuestros hallazgos señalan una correlación significativa negativa entre Design Thinking con la utilización de una amplia variedad de enfoques docentes en el entorno del aula. Por otro lado, no se encuentra correlación significativa con la evaluación del aprendizaje del alumnado de diferentes maneras, la capacidad de organizar y mantener la dinámica en el aula, la selección de enfoques docentes de manera eficaz para guiar el pensamiento y el aprendizaje del alumnado en Matemáticas EDP y la percepción de mejora de las técnicas metodológicas MTM. En línea con nuestros hallazgos, la literatura científica postula que, las dificultades para desarrollar esta metodología se encuentra principalmente entre el profesorado novel (kiyong, 2018). Aunque éstos manifiestan actitudes más favorables hacia el uso de las TIC en el aula (Semerci & Aydin, 2018) y carecen de conocimiento pedagógico adecuado, para enseñar de manera efectiva (Martin & Jamieson-Proctor, 2019).

Nuestros resultados muestran correlación significativa positiva entre la metodología Design Thinking con el intercambio de información y de contenidos a través de espacios en línea. No obstante, existe correlación significativa negativa entre el modelo con el empleo de enfoques pedagógicos amplios en el aula. Hallazgos contradictorios evidencian que, la metodología Design Thinking supone una herramienta de enorme potencial para la generación de ideas creativas e innovadoras y la propuesta de soluciones reales a diferentes problemas a través de procesos cooperativos (Castillo-Vergara et al., 2014).

### ***Gamificación***

En cuanto a la Gamificación (GML), el análisis de correlaciones muestra que el modelo es significativo para los ítems de los indicadores B.2 “*Práctica Docente*” y B.3

“*Ratios*”. Es decir, es un predictor confiable de las puntuaciones obtenidas en la elección del modelo GML. No obstante, el 60% de la variación en la elección del modelo GML, no puede ser explicado con las variables empleadas de los indicadores B.2 “Práctica Docente”, B.3 “Ratios”, C.2 “TIC y Docencia” y D.3 “TIC en el Aula” y, por tanto, deben existir otras variables que también influyen.

Los hallazgos de la presente tesis muestran que el uso de herramientas para la comunicación en línea, de blogs y wikis para desarrollar plataformas de aprendizaje y el uso de software educativo para impartir Matemáticas relativos al indicador D.3 “TIC en el Aula”, no tienen un peso relevante en esta metodología. Sin embargo, el uso de plataformas educativas influye significativamente en la elección de la Gamificación. En este sentido, la literatura sostiene que la figura del docente es fundamental para aplicar la Gamificación con los criterios pedagógicos adecuados y obtener un impacto positivo relevante en el aprendizaje matemático del alumnado (Verschaffel et al., 2019).

Tampoco se halla correlación que incida entre esta metodología, con el uso de herramientas o software de las PDIs, de entornos virtuales de aprendizaje (Moodle, Webct...) para impartir clases de Matemáticas y el uso de ordenadores, portátiles y tablets, para aprender o repasar Matemáticas. En este sentido, algunos autores sugieren la aplicación de esta metodología sin emplear las tecnologías, aplicando la mecánica del juego para motivar e involucrar a los estudiantes (Zainuddin et al., 2020). No obstante, algunos autores sostienen que la divergencia entre el mundo virtual y real, podría limitar el empleo de la gamificación por parte de los docentes (Shapiro & Stolz, 2019).

De otra parte, la ausencia de ítems de los indicadores C.1 “Formación TIC” indican que, la formación en TIC por parte del docente de Matemáticas posee un impacto poco

relevante en la elección de esta metodología. Igualmente, Nuestros hallazgos, relativos a los indicadores C.5 “Comunicación y Colaboración” podrían indicar que el uso de las tecnologías por parte del docente de Matemáticas para la comunicación y la colaboración entre la comunidad educativa, tampoco tienen impacto significativo en la Gamificación. En cambio, la evidencia científica postula que, el profesorado novel, formado en las tecnologías, considera adecuado esta metodología para la enseñanza de las Matemáticas (Marín-Díaz et al., 2020). Por otro lado, la literatura sostiene que, el empleo de esta metodología se ve condicionada por los costes derivados de los juegos educativos y los recursos tecnológicos necesarios (Bertram, 2020).

### *Aprendizaje Cooperativo*

Nuestros hallazgos sugieren respecto de la práctica docente, la existencia de correlación significativa positiva entre el Aprendizaje Cooperativo con la evaluación del aprendizaje del alumnado de diferentes maneras. No obstante, no se observa correlación significativa con el uso de una amplia variedad de enfoques docentes en el entorno del aula, la capacidad de organizar y mantener la dinámica en el aula, la selección de enfoques docentes de manera eficaz para guiar el pensamiento y el aprendizaje del alumnado en Matemática y la percepción de mejora de las técnicas metodológicas.

Desde el punto de vista tecnológico, en nuestros hallazgos no se observa correlación significativa con la participación en foros y chat de contenido matemático, el uso de herramientas para la comunicación en línea con agentes de la comunidad educativa, el uso de blogs y wikis para desarrollar plataformas de aprendizaje en línea para el alumnado, la capacidad de compartir información y contenidos educativos en redes sociales y



comunidades y el trabajo en grupo para desarrollar contenidos y estrategias para la docencia con las tecnologías.

Estos resultados difieren de algunos publicados, que afirman que el Aprendizaje Cooperativo se beneficia de todas las metodologías activas a través de las tecnologías como en el caso del modelo Flipped Learning para la formación del profesorado (Trouche et al., 2020) y el alumnado (Bond, 2020). Por otro lado, los valores de cooperación (Chmelarova et al., 2020) y colaboración aparecen integrados también en el Project-Based Learning y en la Gamificación (Holguín García et al., 2020). Por otro lado, también se recomienda el trabajo colaborativo entre docentes de Matemáticas (Dalby, 2019) que puede motivar el uso de nuevas prácticas pedagógicas (Shuilleabhain & Seery, 2018) con el empleo de dispositivos móviles en el aula (Aznar-Díaz et al., 2021).

### ***Aprendizaje Basado en Problemas***

Por último, para la metodología Aprendizaje Basado en Problemas, el algoritmo empleado no muestra ninguna correlación con las variables del estudio, a pesar de ser la opción empleada por la mayoría 60% de profesores. Estos resultados sugieren que el docente de Matemáticas de Melilla desconoce las características del Aprendizaje Basado en Problemas y lo confunde con un enfoque didáctico tradicional centrado en el docente y en la resolución de problemas ejemplificadores de cada contenido. En cambio, la literatura afirma que, el papel del docente en esta metodología no es la de facilitar la información, sino la de dirigir y orientar al alumnado (Bueno, 2018).

Los resultados generales, determinan que, el valor más determinante del DPD, fue el empleo de enfoques pedagógicos amplios en el aula y muestra una correlación significativa negativa en el modelo Aula invertida y las metodologías Aprendizaje Basado

en Proyectos y Gamificación. Por otro lado, este trabajo no arroja evidencias de una influencia destacable de la formación en las TIC por parte del docente en las variables anteriores. Tampoco se observa el impacto de los usos de la tecnología con fines educativos por parte del docente de Matemáticas, como factor determinante. Estos resultados tan sorprendentes y aparentemente contradictorios con la literatura consultada podrían explicarse por varios motivos; 1, por el empleo de una metodología tradicional de la enseñanza de las Matemáticas por parte del docente de Matemáticas de Melilla; 2, por un desconocimiento por parte del profesorado acerca de los modelos y metodologías evaluadas en el presente estudio; y 3, la confusión de los términos empleados, asociados a una baja competencia digital.

En este sentido, resulta fundamental la figura del docente de Matemáticas, que debe formarse y actualizarse en el uso de herramientas y recursos propios de la didáctica de las Matemáticas (Butlen & Masselot, 2019), estableciendo puentes pedagógicos entre contenidos y tecnologías a través de la “génesis instrumental” (Hollebrands & Okumus, 2018). Es un proceso laborioso para el docente que requiere de tiempo (Trouche et al., 2019). En este sentido, el docente tiene la capacidad y la responsabilidad de integrar de forma adecuada las TIC en la enseñanza de las Matemáticas (Forsstrom, 2019).

Otro hallazgo sugiere que la percepción general docente de Matemáticas de Melilla es que se considera capaz de gestionar adecuadamente la dinámica en el aula, usa los recursos digitales para compartir información/contenidos educativos, emplea software y plataformas educativas para la enseñanza de las Matemáticas y usa herramientas digitales para la evaluación/seguimiento del alumnado. En la misma línea, numerosos estudios empíricos señalan las ventajas del aprendizaje a través de las metodologías activas por su

efecto en la motivación, la autonomía y la competencia digital del alumnado de Matemáticas (Fuentes-Cabrera et al., 2020; Holguín García et al., 2020; Prieto, 2020; Zainuddin et al., 2020). De otra parte, estas metodologías pueden integrarse y complementarse ampliando el alcance pedagógico para mejorar el rendimiento académico del alumnado (Huang et al., 2019). En cambio, otros autores sostienen que la experiencia docente se correlaciona negativamente con los enfoques metodológicos activos (Rodríguez-García & Arias-Gago, 2018).

### **TIC y Docencia**

Los puntos que se tratan en este apartado engloban los principales hallazgos obtenidos sobre los recursos tecnológicos de que dispone el docente de Matemáticas de Melilla, su formación en TIC, su competencia digital y los usos para el DPD. De igual forma, se discuten la influencia en el uso debido a factores como la percepción y motivación sobre las tecnologías, el género, la edad y la experiencia docente.

### ***Recursos tecnológicos***

Nuestros hallazgos (Trujillo-Torres et al., 2020), muestran que un 81.97% del profesorado de Matemáticas afirma poseer suficientes recursos TIC en casa y un 47.54% posee los recursos en el aula, para su trabajo diario. Estas afirmaciones están en línea con los datos de la Estadística del Ministerio de Educación y Formación Profesional sobre recursos TIC en las aulas, que revelan que más del 90% tienen internet y conexión inalámbrica. Además, el 60.1% de las aulas cuentan con sistemas digitales inteligentes y la proporción media es de 1.9 profesores por ordenador (INE, 2020). De igual forma, el informe sobre Equipamiento y uso de las TIC en los hogares españoles, señala que el 90.7% de los mismos tiene acceso a internet y el 80.9% tiene ordenador en casa (INE, 2019).

Respecto a los usos de los recursos TIC del aula para la didáctica de las Matemáticas, un 34.4% del profesorado afirma que no las emplea. Este hallazgo señala que un porcentaje elevado no emplea nunca los recursos tecnológicos del aula para la enseñanza de las Matemáticas. Entre ellos, más de la mitad no los considera necesario para la enseñanza. La literatura científica establece como posibles causas el modelo de enseñanza conservador y expositivo (Bosch et al., 2017; Sánchez-Prieto et al., 2019), o la existencia de problemas de adopción (Sánchez-Prieto et al., 2019). No obstante, se evidencia que los desarrollos matemáticos en tecnologías dinámicas promueven nuevas prácticas Matemáticas en diferentes contextos como geometría dinámica, estadística y robótica (Olive et al., 2010).

Otro dato significativo, es que menos del 24% no usa las TIC por falta de medios, resultado que concuerda con las puntuaciones de DAT “*Considero que en mi aula dispongo de los recursos TIC suficientes para mi trabajo diario*”). De otra parte, 1 de cada 5 docentes no usa los recursos TIC del aula por que los equipos son antiguos o lentos y el 0% por no saber usarlos. Éste último dato sugiere que el profesorado de Matemáticas de Melilla considera que posee la competencia digital necesaria para emplear las TIC en el aula.

Estos datos están en consonancia con la información oficial que aporta el INE sobre la Estadística de la Sociedad de la Información y la Comunicación en los centros educativos no universitarios para el curso 2018-2019. Este informa señala que más del 90% del centros educativos cuentan con internet y el 60.1% de las aulas cuenta con Sistemas Digitales Interactivos (SDI) que engloba a las Pizarras Digitales Interactivas (PDI), mesas multi-touch, paneles y TV interactivos (INE, 2020).

De otra parte, nuestros hallazgos (Gómez-García, Hossein-Mohand, et al., 2020), muestran que, el profesorado de Matemáticas, en base a las variables analizadas de los

indicadores “C.1 Formación TIC”, “C.2 TIC y Docencia” y “D.5 Dominio de las TIC”, puede agruparse en torno a tres clústeres diferenciados. El primero está relacionado mayoritariamente con los recursos tecnológicos y sugieren que la aplicación de las TIC a la docencia está en línea con los recursos TIC disponibles en el aula. En la misma línea argumental, varios autores sostienen que la cantidad y calidad de los recursos TIC que poseen los centros educativos y las dotaciones económicas que cada país invierte en I+D son factores que influyen en el uso de las TIC por parte de los docentes (Gui et al., 2018; Ma et al., 2019).

### ***Formación en TIC***

Nuestros hallazgos recogidos (Gómez-García, Hossein-Mohand, et al., 2020), muestran cómo la mayoría de los ítems de los indicadores “C.1 Formación TIC”, “C.2 TIC y Docencia” y “D.5 Dominio de las TIC” se correlacionan positivamente. Esto sugiere, que el profesorado de Matemáticas considera la formación en TIC indispensable para su uso personal (FTP), para el DPD (FTD) y para enriquecer su curriculum (FTC). Además, posee los conocimientos técnicos necesarios (CTT) y se actualiza en competencias digitales (FCD), combinando tecnologías y enfoques docentes para su uso en el aula (TED, LTD).

En consonancia con nuestros resultados, la evidencia científica postula que los docentes, una vez superadas las reservas iniciales, destacan la importancia de ampliar sus conocimientos en herramientas TIC tanto para uso personal como profesional (Zahorec et al., 2019). En este sentido, Daniels et al. (2013) resalta la relevancia de emplear elementos metodológicos asociados a la didáctica de las Matemáticas usando la tecnología como herramienta para optimizarlos. Además, los docentes que se forman en TIC, también observan mejoras en la autoeficiencia y seguridad ante la tecnología (Kim, 2020),

redundando en su interés por la misma. La formación TIC, también favorece y estimula, por sus múltiples ventajas, el trabajo colaborativo entre docentes (Dalby & Swan, 2019).

De otra parte, el segundo clúster (Gómez-García, Hossein-Mohand, et al., 2020), engloba en gran medida, los ítems del indicador “*C.1 Formación TIC*”, y muestra una correlación significativa entre la competencia digital con la formación en TIC y enfoques pedagógicos eficaces para la enseñanza de las Matemáticas. Además, una percepción positiva del docente hacia las TIC se traduce en una formación continua en tecnología y su uso para explorar nuevas estrategias metodológicas en la didáctica de las Matemáticas. En la misma línea, Nousiainen et al. (2018) sostiene que la formación del docente en TIC favorece el empleo de metodologías activas. Aunque otros autores consideran que la escasa formación continua en software específico para la enseñanza de las Matemáticas (Zbiek, 2018) y en estrategias pedagógicas con TIC, condiciona el uso de la tecnología por parte del docente de Matemáticas (Fuentes-Cabrera et al., 2020; Zahorec et al., 2019).

En relación con los resultados que se muestran en los gráficos 2 y 3 de las redes neuronales (Trujillo-Torres et al., 2020), se pueden identificar en estos clústeres perfiles afines del profesorado de Matemáticas. Esto permitiría incoar programas personalizados de capacitación profesional adecuados al perfil competencial del docente. En este sentido, los hallazgos postulan que una agrupación de docentes en función de su competencia digital, permite diseñar entornos de aprendizaje eficaces para utilizar las TIC en su DPD y ampliar las estrategias pedagógicas (Tondeur et al., 2019). Además, las acciones formativas eficaces reducirían el estrés que padece el profesorado, reforzando la acción de inhibidores específicos del tecnoestrés como son la alfabetización digital, el apoyo técnico y la promoción de la participación activa (Califf & Brooks, 2020; Dong et al., 2020; Li & Wang,

2020). Entre los programas de apoyo se encuentra la formación para mejorar la competencia digital del docente de Matemáticas (Sánchez-Prieto et al., 2019) y fomentar la participación de la mujer para reducir la diferencia de género asociada a la tecnología (Prendes-Espinosa et al., 2020).

### **Competencia digital y usos TIC**

Los resultados relativos a la competencia digital docente, más relevantes de la presente tesis doctoral (Gómez-García, Hossein-Mohand, et al., 2020), sugieren que, el profesorado de Matemáticas de Melilla, en general, presenta una competencia digital alta que no se traduce en el uso de recursos TIC en el aula, manteniendo una actitud conservadora. Esta aparente contradicción en nuestros resultados podría deberse a lo que el profesorado entiende por “competencia digital” y sus aplicaciones didácticas en el aula. En la misma línea, Gudmundsdottir et al. (2018) y Pettersson et al. (2018) resaltan la ambigüedad del término considerando la existencia de varias competencias digitales y recomiendan la diferenciación entre la competencia digital general y profesional. Estos autores sostienen que el docente profesional competente digitalmente, debe interiorizar las TIC, ser capaz de adaptarlas al entorno pedagógico e integrarlas en el contexto sociocultural. Para ello, es necesario una formación específica atendiendo al nivel competencial de acuerdo con un instrumento validado (Tourón et al., 2018).

Del análisis de correlaciones lineales (Trujillo-Torres et al., 2020), se observa asociaciones muy significativas entre variables del indicador “C.2 TIC y Docencia”. También se observan correlaciones significativas entre el uso de plataformas y software educativo para la enseñanza de las Matemáticas. De igual forma se obtienen asociaciones muy significativas entre el dominio de las TIC y uso para explorar estrategias para guiar al

alumnado hacia el aprendizaje de las Matemáticas. En este sentido, Ávila et al. (2019) señala la importancia de incluir elementos metodológicos en didáctica de las Matemáticas en la formación digital de los docentes (Ávila & Borges, 2019).

Un primer análisis de la baja puntuación relativo al uso de las PDI y de software específico para la enseñanza de las Matemáticas, podría justificarse por la elevada ratio de las aulas de Melilla en los niveles de secundaria y bachiller (Estado, 2019). En la misma línea, los hallazgos de Cabus et al. (2017) sostienen que, si la ratio es pequeña, se observan mejoras significativas en el rendimiento académico de los alumnos de Matemáticas con el uso de las PDI. Por su parte, Botuzova (2020) considera que la falta de uso podría deberse a la baja competencia digital del alumnado.

Del análisis PCA (Gómez-García, Hossein-Mohand, et al., 2020), las variables más representativas fueron la formación TIC para la función docente (FTD), la selección de tecnologías para la enseñanza (TED) y el uso de materiales y estrategias que combinan contenidos y tecnologías (MDE). Resultados en concordancia con estudios previos que afirman que, los docentes emplean las TIC para enseñar Matemáticas (Zbiek, 2018), incorporando nuevas estrategias metodológicas (Zahorec et al., 2019). Además, las TIC permiten elaborar contenidos de forma más efectiva como apoyo didáctico (De Vita et al., 2018) y distribuir y compartir dichos recursos en línea, favoreciendo el trabajo colaborativo (Ferraro, 2018; Konnova et al., 2019; Mora et al., 2020).

### **Influencia de los Factores Personales en el uso de las TIC**

#### ***Actitud y TIC***

La evidencia disponible postula que uno de los factores que influyen en el uso de las TIC es la percepción que los docentes tienen de las mismas (Guillén-Gámez et al., 2020) y



que está estrechamente vinculada con la actitud positiva frente a su uso en el aula (Griffith et al., 2020; Semerci & Aydin, 2018). Así mismo, Semerci (2018) defiende que el profesorado novel usa las TIC con mayor asiduidad frente al profesorado con mayor experiencia. En nuestros hallazgos (Trujillo-Torres et al., 2020), se observa que las elevadas puntuaciones del profesorado de Matemáticas en la motivación y en las percepciones sobre la formación son más relevantes que la experiencia docente. Por ello, aparecen correlaciones fuertes entre la selección de tecnologías como herramienta pedagógica por su impacto en el aprendizaje, en la transmisión de contenidos y su influencia en la enseñanza de las Matemáticas. En línea con lo anterior, Griffith (2020) postula, que una actitud positiva frente a la tecnología en general facilita su aprendizaje y favorece el empleo de las TIC por parte del docente dentro y fuera del aula.

Por otro lado, en relación con el indicador TIC y Docencia (Trujillo-Torres et al., 2020), se observa que el 50% del profesorado puntúa “*poco o nada*” en TMA, TMC, LTD y MDE, mientras que el 26.23% y el 65.67% puntúa “*mucho o bastante*” en CCT y UHD, respectivamente. Estos datos sugieren que las percepciones sobre la tecnología y la experiencia docente influyen en el empleo de las TIC en el aula para impartir Matemáticas. Asimismo, los resultados del ítem CCT revelan que en general, los docentes no consideran la competencia TIC en sus criterios de evaluación de las Matemáticas. Sin embargo, el profesorado emplea las herramientas digitales para la evaluación y seguimiento del alumnado. En este sentido, la literatura científica postula que el profesorado posee conocimiento de contenido pedagógico suficiente para valorar el aprendizaje del alumnado desde una perspectiva amplia (Aktas & Argun, 2018). No obstante, es necesaria una reflexión profunda sobre los criterios de calificación del docente y la necesidad de una adecuada formación sobre la misma (Arnal-Bailera et al., 2018).

***Motivación y TIC***

De nuestros hallazgos (Trujillo-Torres et al., 2020), cabe destacar la alta puntuación obtenida en el indicador Motivación por parte del profesorado de Matemáticas. Esto es, el 80.33% del profesorado afirma que se siente muy motivado por las TIC porque facilita su trabajo, el 72.13% porque facilita su DPD y el 52.46% porque mejora los resultados académicos del alumnado (MTA). Además, un 90.17% considera indispensable la formación en TIC para el DPD (FCD). En el mismo sentido, Moreira-Fontan et al. (2019) afirma que el docente se motiva si percibe apoyo por parte del Centro Educativo. En cambio, la falta de apoyo, especialmente del equipo directivo, combinados con una baja motivación por parte del alumnado, predice el burnout del profesorado y el abandono del DPD (Tanas et al., 2020). Por otro lado, en consonancia con los resultados en MTA y FCD anteriores, diversos autores sostienen que el empleo de las TIC mejora el aprendizaje del alumnado y su rendimiento (Andersen et al., 2020; Guillén-Gámez & Mayorga-Fernández, 2020).

En la presente tesis, también se observan otras asociaciones menos significativas entre TMC con MDE y entre MDE con LTD. Es decir, entre la selección de tecnologías que mejoran el DPD y su uso en el aula y entre dicho uso y la percepción personal del docente sobre su competencia digital. Del mismo modo, resultados de estudios recientes sugieren que el uso de las TIC por parte del profesorado está condicionado por la disponibilidad de los recursos tecnológicos y la calidad de los mismos (Gui et al., 2018). Sin embargo, otros hallazgos muestran que, a pesar de la disponibilidad de recursos tecnológicos, los docentes continúan usando metodologías tradicionales (Dostal et al., 2017) y no aprovechan el potencial de las PDI porque no ven claramente los beneficios de su uso (Chen et al., 2020; Kearney et al., 2018) ni su potencial pedagógico para la enseñanza (Brecka et al., 2019).

### *Edad, experiencia docente y TIC*

Si analizamos la edad y la experiencia docente, nuestros resultados (Gómez-García, Hossein-Mohand, et al., 2020), muestran que, los docentes con mayor experiencia poseen una formación limitada en TIC, condicionando el uso de recursos digitales en el aula. Además, éstos, emplean plataformas y software educativo para la preparación de contenidos y emplea hardware, generalmente las PDI, sólo para la exposición de dichos contenidos (Kearney et al., 2018). El uso limitado del hardware, se explica por la dificultad a la hora de resolver las incidencias técnicas y se evidencia que la experiencia docente se correlaciona negativamente con la competencia digital, con la integración de la tecnología en el aula y su uso pedagógico en el aula (Hsu et al., 2017). En cambio, un estudio reciente señala que se relaciona positivamente con la experiencia docente pero no con la edad (Spiteri & Rundgren, 2020). Este uso limitado repercute negativamente en la interacción y evaluación del aprendizaje del alumnado (Li et al., 2019).

Las correlaciones lineales halladas (Gómez-García, Hossein-Mohand, et al., 2020), son poco significativas entre experiencia docente y empleo de recursos que combinan contenidos, TIC y enfoques pedagógicos. En cuanto a la edad, se observan correlaciones negativas poco significativas entre la edad, la selección de enfoques docentes eficaces para guiar el pensamiento y el aprendizaje del alumnado de Matemáticas, el conocimiento necesario para usar la tecnología y la formación para uso personal y profesional. Además, el análisis de componentes principales PCA (Gómez-García, Hossein-Mohand, et al., 2020), muestra que la experiencia docente se correlacionó negativamente con la selección de enfoques docentes amplios y eficaces para la enseñanza de las Matemáticas y la capacidad de resolución de problemas técnicos. En la misma línea argumental, la evidencia científica sostiene que la experiencia docente se correlaciona negativamente con la competencia

digital y un amplio uso pedagógico (Hsu et al., 2017). En cambio, otros autores sostienen que la evolución constante de la tecnología y de pedagogías innovadoras, mantiene a los docentes bajo la etiqueta de “*aprendices perpetuos*” sin importar la experiencia que posean (Engen, 2019; Presby, 2017).

Otros resultados reseñables son la correlación positiva entre la variable experiencia docente, con la percepción del docente hacia la mejora de sus técnicas metodológicas, la selección de tecnologías, el aprendizaje del inglés para un uso adecuado de las TIC y el uso de entornos virtuales de aprendizaje. En línea con los ítems anteriores, la experiencia docente se asocia con el uso de ordenadores en el aula, de plataformas educativas, de software educativo y del DPD con el empleo de materiales para el aula que combinan contenidos y tecnologías. Además, el profesorado de Matemáticas declara que apenas usa los recursos TIC en el aula como el Proyector o las PDI.

De otra parte, entre nuestros hallazgos (Trujillo-Torres et al., 2020), se observan correlaciones positivas pero débiles entre el indicador C.2 “TIC y Docencia” y el indicador C.4 “Motivación”. Estos resultados se podrían explicar teniendo en cuenta el perfil de la muestra del profesorado de Matemáticas de Melilla. Esto es, que el 83.61% posee experiencia superior a un año y el 67.21% es menor de 40 años. Sin embargo, se ha determinado que la motivación se correlaciona negativamente con la experiencia docente, que a su vez, condiciona la integración de las TIC en las metodologías de enseñanza (Hsu et al., 2017). En este sentido, la literatura sostiene que en general, el profesorado con experiencia no incorpora las TIC para la mejora su práctica educativa (Liu et al., 2020). Así mismo, un estudio previo considera la formación, como factor más determinante para el

integración de las TIC en el aula, por su incidencia en la percepción de los docentes de la tecnología y la mejora en la competencia digital (Sánchez-Prieto et al., 2019).

En cambio, en el presente estudio (Trujillo-Torres et al., 2020), no se encontraron correlaciones significativas entre el indicador C.2 “TIC y Docencia” con el género, la edad y la experiencia docente. Tampoco se correlacionan las variables anteriores con la formación en TIC para el DPD. Sin embargo, estudios recientes evidencian una correlación positiva entre el profesorado con menos experiencia y el empleo de recursos tecnológicos en el aula (Semerci & Aydin, 2018). De igual forma, se observa una correlación negativa entre la experiencia docente con la competencia digital y su uso pedagógico en el aula (Hsu et al., 2017). Un hallazgo similar sostiene que la edad es una variable influyente a la hora de predecir un uso de las TIC, pero en cambio, la experiencia docente no mostró una correlación significativa con la misma (Guillén-Gámez et al., 2020). Además, varios autores observan correlaciones positivas significativas entre la edad y el technoestrés que padece el profesorado al emplear las TIC (Li & Wang, 2020; Wang & Li, 2019).

### ***Género y TIC***

Respecto al género, el análisis de correlaciones lineales y el PCA (Gómez-García, Hossein-Mohand, et al., 2020), muestran resultados similares. En ambas se observa que las correlaciones con el género son débiles. De manera individual, destaca que ambos géneros puntuaron de manera inversa en *“utilizo una amplia variedad de enfoques docentes en el entorno del aula” VED*, *“considero que son mejorables mis técnicas metodológicas” MTM*, *“uso las plataformas educativas (Factoría del Tutor, Wepack...) para impartir clases de Matemáticas” PEM*, *“me formo y actualizo en competencia digital (Me mantengo al día de las nuevas tecnologías importantes)” FCD*, es decir, si aumentaron las puntuaciones de los

hombres, disminuyeron las de las mujeres. En los resultados del estudio, no se observan diferencias significativas entre profesoras y profesores con respecto a las variables analizadas.

Estos hallazgos no están en consonancia con otras investigaciones previas que señalan una diferencia de percepción en cuanto al género (Cussó-Calabuig et al., 2018; Hatlevik et al., 2018; Park et al., 2019) justificados por roles género asumidos y las experiencias previas de aprendizaje (Chen et al., 2020). En cuanto al uso de recursos digitales en el aula, un estudio reciente concluye que la relación entre la utilidad percibida y la intención de usar el hardware, es más fuerte para los hombres que para las mujeres (Chen et al., 2020). Por ello, es necesario implementar acciones formativas que reduzcan esa diferencia percibida entre hombres y mujeres (Prendes-Espinosa et al., 2020). Asimismo, Nousiainen et al., (2018), recomienda que, los programas de formación y capacitación docente deben mantenerse actualizados, incorporando estrategias metodológicas activas en el aula como la gamificación.

De otra parte, en nuestros hallazgos, (Trujillo-Torres et al., 2020), no se encontraron correlaciones significativas entre el indicador C.4 “*Motivación*” con el género, ni entre el indicador C.2 “*TIC y Docencia*” con el género. En cambio, la evidencia postula un mayor uso de las PDI por parte de los hombres (Park et al., 2019), una mayor eficacia hacia la resolución de problemas técnicos y mayor confianza en el uso de las TIC (Cussó-Calabuig et al., 2018). Por ello, se recomienda programas específicos de formación del profesorado que reduzcan esa desigualdad (Prendes-Espinosa et al., 2020). No obstante, un estudio reciente que engloba a 13 países, sobre las percepciones y usos de las tecnologías por parte de los docentes, muestra que las diferencias de género no son significativas en cuanto al uso

pedagógico de las TIC (Gebhardt et al., 2019). En este sentido, en los hallazgos de varios estudios, no se observan diferencias de género asociados al tecnoestrés (Califf & Brooks, 2020; Li & Wang, 2020).

# Conclusiones



## Conclusions

Les conclusions les plus pertinentes de la présente thèse sont les suivantes:

En ce qui concerne l'Objectif Général O.G.1 "*Analyser la pratique pédagogique du professeur de mathématiques de la C.A. de Melilla*", les conclusions suivantes sont indiquées pour chaque objectif spécifique:

### ***Principales conclusions relatives aux objectifs spécifiques O.E.1***

- *O.E.1.1. Évaluer les variables de l'indicateur B.2 "Pratique pédagogique" qui définissent le mieux le corps enseignant en mathématiques de Melilla.*

Le profil général de l'enseignant de mathématiques de Melilla est majoritairement masculin, âgé de moins de 40 ans, avec une expérience pédagogique supérieure à 6 ans et des scores élevés dans la pratique enseignante et est considéré comme capable de gérer efficacement la dynamique en classe.

En général, le corps enseignant de mathématiques de Melilla note très haut dans les variables de l'indicateur B.2 "Pratique Enseignante". Plus de 95% disent qu'il adapte beaucoup leur enseignement à ce que l'élève comprend à tout moment (ADA), plus de 96% sont très conscients des succès et des erreurs les plus courants des élèves (AEC), 83% affirment qu'il utilise une grande variété d'approches pédagogiques dans l'environnement de la classe (VED)84% indiquent qu'il évalue l'apprentissage des élèves de différentes manières (EAA), 94% choisissent des approches pédagogiques de manière efficace pour guider la pensée (ODA) et l'apprentissage des élèves en mathématiques (EDP) de 91%. Enfin, 71% estiment que leurs techniques méthodologiques (MTM) peuvent être améliorées.

- *O.E.1.2. Déterminer les préférences pédagogiques par rapport aux modèles pédagogiques et aux méthodologies actives de l'indicateur B.1 "Méthodologies et modèles pédagogiques".*

D'un point de vue méthodologique, en moyenne, la moitié des enseignants privilégient l'apprentissage fondé sur les problèmes et l'apprentissage coopératif pour l'enseignement des mathématiques, tandis que les autres options méthodologiques, Flipped Learning, Apprentissage Basé sur des projets, Gamification, Apprentissage-Service et Design Thinking, il ne dépasse pas 12 % en moyenne. D'autre part, le score élevé associé à l'apprentissage basé sur des problèmes (60%) pourrait être justifié par l'idée erronée que l'enseignant a de cette méthodologie. Les données ci-dessus montrent une tendance claire vers des méthodes plus traditionnelles.

- *O.E.1.3. Estimer l'influence des variables des indicateurs B.2 "Pratique Enseignante" et B.3 "Ratios", autour du choix des modèles pédagogiques et des méthodologies actives.*

Le modèle de régression multiple suggère que les scores maximaux dans les variables de la pratique enseignante n'augmenteraient les scores d'utilisation des Méthodologies que de 17%. Ce résultat implique que l'indicateur B.2 "Pratique enseignante" n'a pas eu un poids significatif dans le choix de modèles pédagogiques et de méthodologies actives. En revanche, un ratio élevé n'a montré aucun impact significatif.

- *O.E.1.4. Analyser si le profil des enseignants est homogène.*

Les résultats de l'Échelle Multidimensionnelle Métrique montrent que les participants ne sont pas regroupés en différents quadrants, ce qui permet de déterminer

qu'il existe un profil de score quasi-homogène. En outre, le gof (stress) était de 0,27. Ce faible niveau de stress indique qu'il s'agit d'un bon ajustement.

- *O.E.1.5. Analyser l'incidence du genre dans les variables des indicateurs B.1 "Méthodologies et Modèles Pédagogiques" et B.2 "Pratique Enseignante".*

En tenant compte du genre dans les choix méthodologiques, nos conclusions indiquent que le corps enseignant masculin excelle dans les scores élevés de presque toutes les options sauf en UAC et UOM. En revanche, dans les notes basses, les enseignantes excellent, sauf dans les UGB, UAP et UAC. En règle générale les scores moyens indiquent que les femmes ont un profil méthodologique plus conservateur que les hommes. Par ailleurs, le modèle de régression multiple montre que si les participants augmentent leurs scores à l'indicateur B.1 "Méthodologies et modèles pédagogiques", la probabilité algorithmique qu'elles soient des femmes est plus élevée, bien que cette augmentation ne soit pas significative.

En ce qui concerne l'objectif général O.G.2 *"Analyser le rôle des technologies (formation, utilisations et ressources des TIC) dans le développement professionnel des enseignants de mathématiques de la C.A. de Melilla"*, les conclusions suivantes peuvent être présentées:

#### ***Principales conclusions relatives aux objectifs spécifiques - O.E.2***

- *O.E.2.1. Évaluer la compétence numérique de l'enseignant de mathématiques de Melilla.*

D'une manière générale, l'enseignant possède une grande compétence numérique dans le domaine des TIC en raison des corrélations entre les indicateurs technologiques qui associent le savoir-faire pour l'utilisation de la technologie CTT

et la formation aux TIC pour la pratique de l'enseignement, pour un usage personnel et pour améliorer les programmes d'études FTD, FTP et FTC, respectivement; la formation continue aux technologies émergentes FCD; l'utilisation pédagogique de la technologie LTD et la sélection appropriée de technologies qui améliorent les approches pédagogiques TED.

En revanche, les perceptions élevées de la compétence numérique ne se traduisent pas par l'utilisation des ressources numériques de la classe, tout en maintenant une attitude conservatrice face à l'utilisation efficace du matériel en classe. Cette apparente contradiction dans nos résultats pourrait être due à ce que les enseignants entendent par "compétence numérique" et ses applications didactiques en classe. En outre, une perception positive des TIC par les enseignants se traduit par une formation continue en technologie et son utilisation pour explorer de nouvelles stratégies méthodologiques dans la didactique des mathématiques.

- *O.E.2.2. Estimer la relation entre les enseignants de manière individualisée et par clusters, autour des scores obtenus, par rapport aux dimensions précédentes.*

Les professeurs de mathématiques de Melilla peuvent être regroupés autour de 3 clusters différenciés en fonction de leurs scores dans les variables des indicateurs B.2 "Pratique pédagogique", C.1 "Formation TIC", C.2 "TIC et Enseignement", C.3 "Ressources TIC" et D.5 "Maîtrise des TIC".

Le premier cluster contient la plupart des indicateurs de "C.2 TIC et Enseignement et C.3 Ressources TIC". Les résultats indiquent que l'application des TIC à l'enseignement est conforme aux ressources TIC en classe. Les enseignants qui combinent technologie et contenu (TMC) utilisent généralement des logiciels

éducatifs, des plateformes éducatives et des technologies qui améliorent l'apprentissage des élèves. Dans une moindre mesure, il utilise du matériel ou des appareils (UTA, OPT, PDI).

Une corrélation significative apparaît dans le deuxième cluster entre les indicateurs "B.2 Pratique pédagogique, C.1 Formation et D.5 Maîtrise des TIC". De même, il existe une corrélation totale entre la formation à l'usage des enseignants et la formation du personnel (FTP et FTD), avec une meilleure note dans la formation aux TIC à l'usage des enseignants.

Le troisième cluster, qui comprend le sexe, l'âge et l'expérience des enseignants, est plus hétérogène, comprend plusieurs éléments de tous les indicateurs précédents et la relation entre eux est opaque et peu significative. En outre, il est noté que les professeurs de mathématiques ne lient pas l'apprentissage de l'anglais aux technologies (DIU) et déclarent qu'ils utilisent rarement les ressources TIC en classe comme le projecteur ou les tableaux blancs numériques interactifs (UTA).

Une autre classification des indicateurs B.2 "Pratique Enseignante" et D.3 "TIC en Salle de Classe" regroupe les enseignants en 4 clusters : Le plus petit groupe, environ 5% d'enseignants, présente des préférences pédagogiques sans orientation technologique claire. Le second, composé de 7,5 % d'enseignants, présente un profil mixte entre les indicateurs B.2 "Pratique pédagogique" et D.3 "TIC en classe". 15,0% des enseignants se regroupent autour des utilisations des TIC en classe et de la communication/collaboration en ligne. Le plus grand cluster, 72,5%, présente un profil mixte entre les différents indicateurs technologiques.

- *O.E.2.3. Déterminer les éléments les plus pertinents des dimensions "B. Mathématiques et Pratique Enseignante", "C. TIC dans l'Environnement des Enseignants" et "D. Utilisations, Ressources et Maîtrise des TIC" dans le DPD de l'enseignant.*

En ce qui concerne les ressources technologiques, plus de 80 % des professeurs de mathématiques affirment posséder suffisamment de ressources en TIC à domicile et 50 % indiquent qu'ils disposent de ressources suffisantes en classe pour leur travail quotidien. En revanche, 34 % des enseignants affirment ne pas les employer. Parmi eux, plus de la moitié parce qu'ils ne les jugent pas nécessaires à l'enseignement. 1 sur 4 ne les utilise pas par manque de moyens, 1 sur 5 parce que les équipements sont anciens ou lents et 0% parce qu'ils ne savent pas les utiliser. Cette dernière donnée suggère que le professeur de mathématiques de Melilla considère qu'il possède la compétence digitale nécessaire pour utiliser les TIC en classe.

- *O.E.2.4. Analyser l'incidence des variables âge, expérience pédagogique et genre dans les variables technologiques.*

Les enseignants les plus expérimentés ont une formation limitée aux TIC, ce qui conditionne l'utilisation des ressources technologiques en classe. En outre, ces derniers utilisent des plates-formes et des logiciels éducatifs pour la préparation de contenus et utilisent du matériel, généralement des PDI, uniquement pour l'exposition de ces contenus. L'utilisation limitée du matériel s'explique par la difficulté à résoudre les problèmes techniques lors de l'utilisation de dispositifs technologiques.

Comme conclusions, il est noté que les scores élevés des professeurs de mathématiques dans la motivation et dans les perceptions sur la formation sont plus

pertinents que l'expérience des enseignants. Ces données suggèrent que les perceptions de la technologie et de l'expérience des enseignants influent sur l'utilisation des TIC en classe pour enseigner les Mathématiques.

En ce qui concerne l'utilisation des TIC dans la pratique pédagogique, les corrélations entre les sexes sont faibles. Aucune corrélation significative n'a été constatée entre l'indicateur C.4 "Motivation" et le genre, ni entre l'indicateur C.2 "TIC et Education" et le genre.

Concernant l'Objectif général O.G.3 *"Évaluer la relation possible entre les perceptions des enseignants de mathématiques à l'égard des TIC, la motivation à leur égard et leur utilisation pédagogique en classe"*.

### ***Principales conclusions relatives aux objectifs spécifiques - O.E.3***

- *O.E.3.1. Analyser les perceptions et les motivations des enseignants de mathématiques autour des TIC.*

Dans le cadre de l'indicateur Motivation, 20 % des enseignants sont peu ou pas motivés par l'utilisation des TIC en classe parce qu'elle simplifie leur travail. Pour 28 % d'entre eux, l'utilisation des TIC dans la salle de classe n'est guère motivée, voire pas du tout, parce qu'elle facilite le travail des enseignants. Quarante-huit pour cent sont peu ou pas motivés par l'utilisation des TIC en classe parce qu'elle améliore les résultats scolaires des élèves. En revanche, 10 % seulement considèrent que la formation aux TIC n'est pas indispensable à la pratique pédagogique.

Par ailleurs, l'enseignant considère que la formation aux TIC est indispensable à la fonction d'enseignant, ce qui n'est pas corrélé avec l'expérience des enseignants. Les enseignants débutants, ayant une certaine expérience de l'enseignement, ont une

note élevée dans l'indicateur Motivation aux TIC parce qu'ils facilitent leurs tâches, bénéficient de leur DPD et améliorent les performances des élèves. D'une manière générale, il n'y a pas de différence significative entre les sexes en ce qui concerne la perception et la motivation de l'utilisation des TIC parmi les enseignants de mathématiques.

- *O.E.3.2. Identifier les clusters permettant de regrouper les enseignants autour de leurs perceptions et motivations.*

Il est possible d'obtenir différents clusters qui permettent de regrouper, d'identifier et de classer l'enseignant de mathématiques en fonction de son profil motivationnel et de compétence dans les domaines pédagogique et numérique. Ces informations sont essentielles pour mettre en place des programmes de formation personnalisés et des programmes d'aide à l'enseignement adaptés à leurs besoins, qui pourraient réduire l'impact du techno-travail sur les enseignants.

- *O.E.3.3. Déterminer la taille de l'échantillon nécessaire pour détecter les différences significatives.*

Les résultats du test U de Mann-Whitney montrent que pour détecter des différences significatives, il faut 53 sujets, taille d'échantillonnage inférieure à l'échantillon de l'étude. En outre, la puissance statistique était de 99% avec un niveau de signification  $\alpha=5\%$ , ce qui indique que si l'étude était répétée à la population avec un autre échantillon égal, les intervalles prélevés sur ces nouveaux échantillons contiendraient 95% des valeurs. Résultat optimal par rapport au taux de référence de 80 % jugé approprié.



En relation avec l'Objectif Général O.G.4 *"Analyser les facteurs technologiques qui pourraient influencer sur l'utilisation de modèles pédagogiques et méthodologies actives à travers les perceptions du corps professoral de mathématiques de Melilla dans son DPD"*.

***Principales conclusions liées à l'objectif spécifique - O.E.4***

- *O.E.4.1. Identifier les variables technologiques et académiques des indicateurs B.2 "Pratique enseignante", B.3 "Ratios", C.1 "Formation TIC", C.2 "TIC et enseignement", C.3 "Ressources TIC", C.5 "Communication et collaboration" et D.3 "TIC en classe" qui pourraient influencer sur le choix des modèles pédagogiques et des différentes méthodologies de l'étude.*

Les résultats globaux montrent que la valeur la plus déterminante du DPD a été l'utilisation d'approches pédagogiques globales en classe. Par ailleurs, ce travail ne met pas en évidence une influence notable de l'indicateur C.1 Formation TIC de la part de l'enseignant sur les variables précédentes. L'impact de l'utilisation de la technologie à des fins éducatives par l'enseignant de mathématiques, comme facteur déterminant, n'est pas non plus observé.

En ce qui concerne les variables de l'indicateur C.5 Communication et collaboration, en général, il n'y a pas de corrélation significative entre les choix méthodologiques et la participation à des projets technologiques de centre, la participation à des forums et des discussions de contenu mathématique, l'utilisation d'outils de communication en ligne avec la communauté éducative, l'utilisation de blogs et de wikis pour développer des plateformes d'apprentissage en ligne et le travail collaboratif pour développer des contenus et des stratégies pédagogiques avec les TIC.

Ces résultats pourraient s'expliquer par plusieurs raisons : 1, utilisation d'une méthodologie traditionnelle de l'enseignement des mathématiques par l'enseignant de mathématiques de Melilla; 2, méconnaissance par les enseignants des modèles et méthodologies évalués dans la présente étude; et 3, confusion des termes employés, associée à une faible compétence numérique.

### *Limites et forces*

Les résultats de la présente thèse de doctorat doivent être considérés avec quelques limitations:

Les limites du présent travail d'observation sont liées à la conception transversale employée et ne peuvent donc être associées cause et effet. En outre, la collecte des données de l'échantillon a eu lieu dans des conditions spatio-temporelles précises. En d'autres termes, les variables analysées peuvent varier dans le temps. Une autre difficulté notable a été de ne pas le compléter par des recherches qualitatives par des entretiens à un sous-échantillon et de mettre en place un groupe de discussion pour confronter les résultats quantitatifs et qualitatifs. La taille de l'échantillon pourrait être considérée comme une autre contrainte qui remettrait en cause la généralisation et la solidité des conclusions obtenues, mais la puissance statistique (article 2) indique que l'échantillon est représentatif.

D'autre part, les forces résident dans l'approche statistique employée pour déterminer les relations entre les différents éléments de la présente thèse. De même, nous pouvons souligner le contexte et l'approche globale du questionnaire en permettant une analyse interdimensionnelle des enseignants. En outre, il convient de souligner qu'il s'agit du premier travail qui évalue les trois méthodologies pour un même échantillon.

### *Orientations futures de la recherche*

La présente thèse évalue les aspects importants de la PD des professeurs de mathématiques et fournit des données d'intérêt pour la communauté scientifique. Les résultats obtenus suggèrent de nouvelles pistes de recherche, par rapport à la PD, visant à préciser les variables qui l'influencent et à en quantifier l'effet. Il est également recommandé de mettre au point un instrument plus complet, qui tienne compte de la perception qu'ont les enseignants de leur formation; l'évaluation de la PD et l'impact des acquis techniques et l'évaluation de la PD avec la contribution de tous les acteurs de la communauté éducative concernés (enseignants, élèves, parents...).

Les résultats invitent à approfondir les études sur la formation professionnelle et à analyser en profondeur la PD et ses compétences numériques à partir d'un cadre de référence standardisé. D'une manière générale, il faut souligner le manque d'études longitudinales sur les enseignants, qui analysent leur PD et leur relation avec les TIC. De futures recherches pourraient reproduire le présent travail avec un autre échantillon à différents niveaux d'enseignement tout en incluant les professeurs d'autres matières pour évaluer les méthodologies actives. Les progrès pédagogiques et technologiques sont continus et nécessitent un effort important de la part de l'enseignant.

### *Applications pratiques*

Le présent travail de recherche propose quelques applications pratiques pour son développement, au profit de la communauté enseignante. L'application pratique la plus directe est la conception de programmes de formation efficaces et personnalisés axés sur l'enseignant, qui réduisent le potentiel de ce groupe dont le rôle est fondamental dans l'enseignement.

De plus, le PCA, le réseau neuronal et la carte thermique permettent de classer les enseignants en clusters et de les identifier en fonction de leurs réponses. C'est pourquoi, parmi les applications pratiques de la présente étude, il est recommandé de prévoir des actions régulières de formation, de perfectionnement et de mise à niveau des compétences technologiques, des stratégies pédagogiques et méthodologiques en classe pour la didactique des mathématiques. Une évaluation standardisée des compétences numériques des enseignants est également recommandée.

## Conclusiones

Las conclusiones más relevantes de la presente tesis son:

En relación con el Objetivo General O.G.1 “Analizar la práctica docente del profesorado de Matemáticas de la C.A. de Melilla” se señalan las siguientes conclusiones desglosadas en cada objetivo específico:

### *Principales Conclusiones Relacionadas con los Objetivos Específicos O.E.1*

- *O.E.1.1. Evaluar las variables del indicador B.2 “Práctica docente” que mejor definen al profesorado de Matemáticas de Melilla.*

El perfil general del docente de Matemáticas de Melilla es mayoritariamente masculino, menor de 40 años, con experiencia docente superior a 6 años, posee altas puntuaciones en la práctica docente y se considera capacitado para gestionar eficazmente la dinámica en el aula.

En general, el profesorado de Matemáticas de Melilla puntúa muy alto en las variables del indicador B.2 “Práctica Docente”. Más del 95% afirma que adapta mucho su docencia a lo que el alumno entiende en cada momento (ADA), más del 96% es muy consciente de los aciertos y errores más comunes del alumnado (AEC), el 83% sostiene que usa una amplia variedad de enfoques docentes en el entorno del aula (VED), el 84% señala que evalúa el aprendizaje del alumnado de diferentes maneras (EAA), el 94% selecciona enfoques docentes de manera eficaz para guiar el pensamiento (ODA) y el aprendizaje del alumnado en Matemáticas (EDP) en un 91%. Por último, el 71% considera que son mejorables sus técnicas metodológicas (MTM).

- *O.E.1.2. Determinar las preferencias docentes entorno a los modelos pedagógicos y metodologías activas del indicador B.1 “Metodologías y Modelos Pedagógicos”.*

Desde el punto de vista metodológico, de media, la mitad de los docentes centran sus preferencias en el Aprendizaje Basado en Problemas y en el Aprendizaje Cooperativo para la enseñanza de las Matemáticas mientras que el resto de las opciones metodológicas, Flipped Learning, Aprendizaje Basado en Proyectos, Gamificación, Aprendizaje-Servicio y Design Thinking, no supera el 12 % de media. De otra parte, la elevada puntuación asociada al Aprendizaje Basado en Problemas (60%), podría justificarse con la idea errónea que tiene el docente acerca de esta metodología. Los datos anteriores evidencian una tendencia clara hacia metodologías más tradicionales.

- *O.E.1.3. Estimar la influencia de las variables de los indicadores B.2 “Práctica Docente” y B.3 “Ratios”, entorno a la elección de modelos pedagógicos y metodologías activas.*

El modelo de regresión múltiple sugiere que las máximas puntuaciones en las variables de la práctica docente sólo ampliarían las puntuaciones de uso de las Metodologías en un 17%. Este resultado implica que el indicador B.2 “Práctica Docente” tuvo un peso poco significativo en la elección de modelos pedagógicos y metodologías activas. En cambio, una ratio elevada no mostró impacto significativo alguno.

- *O.E.1.4. Analizar si el perfil de los docentes es homogéneo.*

Los hallazgos del Escalado Multidimensional Métrico evidencia que los participantes no se agrupan en diferentes cuadrantes, por lo que se determina que existe un perfil de puntuación cuasi-homogéneo. Además, el *gof* (estrés) fue de 0.27. Este bajo dato del estrés indica que se trata de un buen ajuste.

- *O.E.1.5. Analizar la incidencia del género en las variables de los indicadores B.1 “Metodologías y Modelos Pedagógicos” y B.2 “Práctica Docente”.*

Atendiendo al género en las elecciones metodológicas, nuestros hallazgos señalan que el profesorado masculino destaca en las puntuaciones altas de casi todas las opciones salvo en UAC y UOM. En cambio, en las puntuaciones bajas, el profesorado femenino sobresale, salvo en UGM, UAP y UAC. Por regla general, las puntuaciones medias señalan que las mujeres poseen un perfil metodológico más conservador que los hombres. Por otro lado, el modelo de regresión múltiple muestra que, si los participantes aumentan sus puntuaciones en el indicador B. 1 “Metodologías y Modelos Pedagógicos”, la probabilidad algorítmica de que sea mujer es mayor, aunque este aumento no es significativo.

En relación con el Objetivo General O.G.2 “*Analizar el papel de las tecnologías (formación, usos y recursos de las TIC) en el desarrollo profesional docente del profesorado de Matemáticas de la C.A. de Melilla*” caben exponer las siguientes conclusiones:

***Principales Conclusiones Relacionadas con los Objetivos Específicos - O.E.2***

- *O.E.2.1. Evaluar la competencia digital del docente de Matemáticas de Melilla.*

El docente, en general, presenta una competencia digital alta en las TIC por las correlaciones obtenidas en los indicadores tecnológicos que asocian los conocimientos técnicos para usar la tecnología CTT con la formación en TIC para la práctica docente, para uso personal y para mejorar el curriculum FTD, FTP y FTC respectivamente; la formación continua en tecnologías emergentes FCD; el uso pedagógico de la tecnología LTD y la selección adecuada de tecnologías que mejoran los enfoques docentes TED.

En cambio, las percepciones altas en competencia digital, no se traduce en el uso de los recursos digitales de la clase, manteniendo una actitud conservadora frente

al empleo eficiente del hardware en el aula. Esta aparente contradicción en nuestros resultados podría deberse a lo que el profesorado entiende por “competencia digital” y sus aplicaciones didácticas en el aula. Además, una percepción positiva del docente hacia las TIC se traduce en una formación continua en tecnología y su uso para explorar nuevas estrategias metodológicas en la didáctica de las Matemáticas

- *O.E.2.2. Estimar la relación entre los docentes de forma individualizada y por clústeres, entorno a las puntuaciones obtenidas, relativas a las dimensiones anteriores.*

El profesorado de Matemáticas de Melilla puede agruparse en torno a 3 clústeres diferenciados atendiendo a sus puntuaciones en las variables de los indicadores B.2 “Práctica docente”, C.1 “Formación TIC”, C.2 “TIC y Docencia”, C.3 “Recursos TIC” y D.5 “Dominio de las TIC”.

El primer clúster contiene la mayoría de los indicadores de “C.2 TIC y Docencia y C.3 Recursos TIC”. Los resultados indican que la aplicación de las TIC a la docencia está en línea con los recursos TIC en el aula. Los docentes que combinan tecnología con contenidos (TMC), emplean en general software educativo, con plataformas educativas y tecnología que mejora el aprendizaje del alumnado. En menor medida emplea hardware o dispositivos (UTA, OPT, PDI).

En el segundo clúster aparece una correlación significativa entre los indicadores “B.2 Práctica docente, C.1 Formación y D.5 Dominio de las TIC”. Así mismo, existe una correlación total entre la formación para uso docente y personal (FTP y FTD), con una mayor puntuación en la formación TIC para uso docente.

El tercer clúster que incluye el género, la edad y la experiencia docente, es más heterogéneo, engloba varios ítems de todos los indicadores anteriores y la relación entre



ellas es opaca y poco significativa. Además, se observa que el profesorado de Matemáticas no vincula el aprendizaje del inglés con las tecnologías (DIU) y declara que apenas usa los recursos TIC en el aula como el proyector o las pizarras digitales interactivas (UTA).

Otra clasificación de los indicadores B.2 “Práctica Docente” y D.3 “TIC en el Aula” agrupa a los docentes en 4 clústeres: El grupo más pequeño, en torno al 5% de docentes, presenta preferencias pedagógicas sin una orientación tecnológica clara. El segundo, formado por el 7.5% de docentes, presenta un perfil mixto entre los indicadores B.2 “Práctica Docente” y D.3 “TIC en el Aula”. El 15.0% de docentes se agrupa en torno a los usos de las TIC en el aula y a la comunicación/ colaboración en línea. El mayor clúster, 72.5%, presenta un perfil mixto entre los diferentes indicadores tecnológicos.

- *O.E.2.3. Determinar los ítems más relevantes de las dimensiones “B. Matemáticas y Práctica Docente”, “C. TIC en el Entorno del Profesorado” y “D. Usos, Recursos y Dominio de las TIC” en el DPD del docente.*

Respecto a los recursos tecnológicos, más del 80% del profesorado de Matemáticas afirma poseer suficientes recursos TIC en casa y el 50% señala que posee los recursos suficientes en el aula para su trabajo diario. En cambio, el 34% del profesorado afirma que no los emplea. Entre ellos, más de la mitad porque no los considera necesario para la enseñanza. 1 de cada 4 no los usa por falta de medios, 1 de cada 5 porque los equipos son antiguos o lentos y el 0% por no saber usarlos. Éste último dato sugiere que el profesorado de Matemáticas de Melilla considera que posee la competencia digital necesaria para emplear las TIC en el aula.

- *O.E.2.4. Analizar la incidencia de las variables edad, experiencia docente y género en las variables tecnológicas.*

Los docentes con mayor experiencia poseen una formación limitada en TIC, condicionando el uso de recursos digitales en el aula. Además, éstos, emplean plataformas y software educativo para la preparación de contenidos y usa hardware, generalmente las PDI, sólo para la exposición de dichos contenidos. El uso limitado del hardware se explica por la dificultad a la hora de resolver las incidencias técnicas al usar dispositivos tecnológicos.

En nuestros hallazgos, se observa que las elevadas puntuaciones del profesorado de Matemáticas en la motivación y en las percepciones sobre la formación son más relevantes que la experiencia docente. Estos datos sugieren que las percepciones sobre la tecnología y la experiencia docente influyen en el empleo de las TIC en el aula para impartir Matemáticas.

Respecto a los usos de las TIC para la Práctica Docente se observa que las correlaciones con el género son débiles. No se encontraron correlaciones significativas entre el indicador C.4 “Motivación” con el género, ni entre el indicador C.2 “TIC y Docencia” con el género.

En relación con el Objetivo General O.G.3 *“Evaluar la posible relación entre las percepciones de los docentes de Matemáticas hacia las TIC, la motivación hacia las mismas y su uso pedagógico en el aula”*

### ***Principales Conclusiones Relacionadas con los Objetivos Específicos - O.E.3***

- *O.E.3.1. Analizar las percepciones y motivaciones de los docentes de Matemáticas en torno a las TIC.*

Dentro del indicador Motivación, al 20% del profesorado le motiva poco o nada el uso de las TIC en el aula porque simplifica su trabajo. Al 28% le motiva poco o nada el uso de las TIC en el aula porque facilita su labor docente. Al 48% le motiva poco o nada el uso de las TIC en el aula porque mejora los resultados académicos del alumnado. En cambio, apenas el 10% considera poco o nada indispensable la formación en TIC para la práctica docente.

De otra parte, el docente considera imprescindible la formación en TIC para la función docente, que no se correlaciona con la experiencia docente. El profesorado novel, con cierta experiencia docente, puntúa alto en el indicador Motivación hacia las TIC porque facilita sus tareas, beneficia su DPD y mejora el rendimiento del alumnado. En general, entre los docentes de Matemáticas, no se observan diferencias de género significativas relativas a la percepción y motivación con el uso de las TIC.

- *O.E.3.2. Identificar los clústeres que permitan agrupar al profesorado en torno a sus percepciones y motivaciones.*

Es posible obtener diferentes clústeres que permitan agrupar, identificar y clasificar al docente de Matemáticas de acuerdo con su perfil motivacional y competencial en las áreas pedagógica y digital. Esta información es fundamental para incoar programas formativos personalizados y de apoyo a la docencia adecuados a sus necesidades que podría reducir el efecto del tecnoestrés entre los docentes.

- *O.E.3.3. Determinar el tamaño muestral necesario para detectar diferencias significativas.*

Los resultados la prueba U de Mann-Whitney muestran que, para detectar diferencias significativas, se precisan 53 sujetos, tamaño muestral inferior a la muestra del estudio. Además, la potencia estadística fue del 99% con un nivel de significación

$\alpha=5\%$ , lo cual indica que, si se repitiera el estudio a la población con otra muestra igual, los intervalos tomados de estas nuevas muestras contendrían el 95% de los valores. Esto supone unos resultados óptimos en comparación con el porcentaje de referencia del 80% considerado como adecuado.

En relación con el Objetivo General O.G.4 “Analizar factores tecnológicos que podrían incidir en el empleo de modelos pedagógicos y metodologías activas a través de las percepciones del profesorado de Matemáticas de Melilla en su DPD”.

### ***Principales Conclusiones Relacionadas con los Objetivo Específico - O.E.4***

- *O.E.4.1. Identificar las variables tecnológicas y académicas de los indicadores B.2 “Práctica Docente”, B.3 “Ratios”, C.1 “Formación TIC”, C.2 “TIC y Docencia”, C.3 “Recursos TIC”, C.5 “Comunicación and Colaboración” y D.3 “TIC en el Aula”, que podrían incidir en la elección de los modelos pedagógicos y las diferentes metodologías del estudio.*

Los resultados generales, determinan que, el valor más determinante del DPD, fue el empleo de enfoques pedagógicos amplios en el aula. Por otro lado, este trabajo no arroja evidencias de una influencia destacable del indicador C.1 Formación TIC por parte del docente en las variables anteriores. Tampoco se observa el impacto de los usos de la tecnología con fines educativos por parte del docente de Matemáticas, como factor determinante.

En cuanto a las variables del indicador C.5 Comunicación y Colaboración, en general, no se observa correlación significativa entre las elecciones metodológicas con la participación en proyectos tecnológicos de centro, la participación en foros y chat de contenido matemático, el uso de herramientas para la comunicación en línea con la comunidad educativa, el uso de blogs y wikis para desarrollar plataformas de

aprendizaje en línea y el trabajo colaborativo para desarrollar contenidos y estrategias pedagógicas con las TIC.

Estos resultados podrían explicarse por varios motivos; 1, empleo de una metodología tradicional de la enseñanza de las Matemáticas por parte del docente de Matemáticas de Melilla; 2, desconocimiento por parte del profesorado acerca de los modelos y metodologías evaluadas en el presente estudio; y 3, confusión de los términos empleados, asociados a una baja competencia digital.

### *Limitaciones y Fortalezas*

Los resultados obtenidos de la presente tesis doctoral deben considerarse bajo algunas limitaciones:

Las limitaciones del presente trabajo observacional se encuentran relacionados con el diseño transversal empleado y, en consecuencia, no se puede asociar causa y efecto. Además, la recopilación de datos de la muestra se produjo en unas condiciones espacio-temporales concretas. Es decir, las variables analizadas podrían variar de puntuación a lo largo del tiempo. Otra limitación reseñable fue no complementarlo con una investigación cualitativa a través de entrevistas a una submuestra y establecer un grupo de discusión para contrastar resultados los cuantitativos y cualitativos. El tamaño de la muestra podría considerarse otra de las limitaciones que cuestionaría la generalización y solidez de las conclusiones obtenidas pero la potencia estadística (Artículo 2), indica que la muestra es representativa.

De otra parte, las fortalezas radican en el enfoque estadístico empleado para determinar las relaciones entre los diferentes ítems de la presente tesis. De igual forma, podemos señalar, el contexto y enfoque amplio del cuestionario al permitir un análisis

interdimensional del profesorado. Además, cabe destacar que se trata del primer trabajo que evalúa las tres metodologías para una misma muestra.

### *Futuras Líneas de Investigación*

La presente tesis evalúa aspectos importantes del DPD del profesorado de Matemáticas y aporta datos de interés para la comunidad científica. Los resultados obtenidos sugieren futuras líneas de investigación, en relación con el DPD encaminadas a precisar qué variables influyen en ella y a cuantificar su efecto. También se recomienda un instrumento más amplio, que incluya cuestiones relativas a las percepciones del profesorado acerca de su formación, la evaluación del DPD y el efecto del tecnoestrés y que evalúe el DPD con la aportación de todos los agentes de la comunidad educativa involucrados (profesores, alumnos, padres...).

Los resultados invitan a profundizar en estudios sobre la capacitación profesional y analizar en profundidad el DPD y su competencia digital desde un marco de referencia estandarizado. En general, hay que destacar, la escasez de estudios longitudinales sobre el profesorado, que analicen su DPD y su relación con las TIC. Investigaciones futuras podrían replicar el presente trabajo con otra muestra en diferentes niveles educativos y que incluya al profesorado de otras materias para evaluar las metodologías activas. Los avances pedagógicos y tecnológicos son continuos y requiere de un esfuerzo importante por parte del docente.

### *Aplicaciones prácticas*

El presente trabajo de investigación propone algunas aplicaciones prácticas para su desarrollo, en beneficio de la comunidad docente. La aplicación práctica más directa es el

diseño de programas eficaces personalizados de formación centradas en el docente que reduzcan el tecnoestrés entre este colectivo cuyo papel es fundamental en la enseñanza.

Además, el PCA, la red neuronal y el mapa de calor permite clasificar al profesorado en clústeres e identificarlo en función de sus respuestas. Por ello, entre las aplicaciones prácticas del presente estudio se recomienda la necesidad de acciones periódicas de formación, capacitación, y actualización en competencias tecnológicas, en estrategias pedagógicas y metodológicas en el aula, para la didáctica de las Matemáticas. También se recomienda una evaluación estandarizada que certifique la competencia digital del profesorado.

# Referencias



- Abdullah, A. H., Fadil, S. S., Abd Rahman, S. N. S., Tahir, L. M., & Hamzah, M. H. (2019). Emerging patterns and problems of higher-order thinking skills (HOTS) mathematical problem-solving in the Form-three assessment (PT3) [Article]. *South African Journal of Education*, 39(2), 18, Article 1552. <https://doi.org/10.15700/saje.v39n2a1552>
- Acikgul, K., & Aslaner, R. (2020). Effects of Geogebra supported micro teaching applications and technological pedagogical content knowledge (TPACK) game practices on the TPACK levels of prospective teachers. *Education and Information Technologies*, 25(3), 2023-2047. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10044-y>
- Aflalo, E., Zana, L., & Huri, T. (2018). The interactive whiteboard in primary school science and interaction. *Interactive Learning Environments*, 26(4), 525-538.
- Aguayo Muela, Á. d. C. (2017). El bienestar y el burnout en docentes, desde el modelo de demandas y recursos laborales: La inteligencia emocional como variable moderadora y el afecto positivo y negativo como variables mediadoras.
- Ahijado, S. R., Nicolás, A. M. B., & Alonso, T. J. (2017). El videojuego como recurso didáctico en el aula de música: Juegos educativos con E-Adventure y Muvizu. *El Artista*(14), 13-29.
- Aktas, F. N., & Argun, Z. (2018). Examination of Mathematical Values in Classroom Practices: A Case Study of Secondary Mathematics Teachers [Article]. *Egitim Ve Bilim-Education and Science*, 43(193), 121-141. <https://doi.org/10.15390/eb.2018.7177>
- Albano, G., & Dello Iacono, U. (2019). GeoGebra in e-learning environments: a possible integration in mathematics and beyond. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 10(11), 4331-4343. <https://doi.org/10.1007/s12652-018-1111-x>

- Alderete, M. V., Di Meglio, G., & Formichella, M. M. (2017). Acceso a las TIC y rendimiento educativo: ¿una relación potenciada por su uso? Un análisis para España.
- Alemayehu, G., & Natarajan, M. (2018). Impact of ICT facility on student's academic performance in Jimma University, Ethiopia. *International Journal of Information Dissemination and Technology*, 8(3), 136-142.
- Alonso-García, S., Aznar-Díaz, I., Cáceres-Reche, M. P., Trujillo-Torres, J. M., & Romero-Rodríguez, J. M. (2019). Systematic Review of Good Teaching Practices with ICT in Spanish Higher Education. Trends and Challenges for Sustainability. *Sustainability*, 11(24), Article 7150. <https://doi.org/10.3390/su11247150>
- Amable Vivanco-Galván, O., Castillo-Malla, D., & Jiménez-Gaona, Y. (2018). Multidisciplinary HACKATHON: strengthening project-based learning. *Revista Electronica Calidad En La Educacion Superior*, 9(1), 119-135. <https://doi.org/10.22458/caes.v9i1.1893>
- Amalia, E., Surya, E., & Syahputra, E. (2017). The effectiveness of using problem based learning (PBL) in mathematics problem solving ability for junior high school students. *International Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education*, 3(2), 3402-3406.
- Andersen, S. C., Beuchert, L., Nielsen, H. S., & Thomsen, M. K. (2020). The Effect of Teacher's Aides in The Classroom: Evidence From A Randomized Trial. *Journal of the European Economic Association*, 18(1), 469-505. <https://doi.org/10.1093/jeea/jvy048>
- Anderson, K. L., Boyd, M., Marin, K. A., & McNamara, K. (2019). Reimagining Service-Learning: Deepening the Impact of This High-Impact Practice. *Journal of Experiential Education*, 42(3), 229-248. <https://doi.org/10.1177/1053825919837735>

- Andreu-Andrés, M. Á., & Labrador-Piquer, M. J. (2011). Formación del profesorado en metodologías y evaluación. Análisis cualitativo. *Revista de Investigación en Educación*, 9(2), 236-245.
- Andrini, V. S., Pratama, H., Maduretno, T. W., & Iop. (2019). The effect of flipped classroom and project based learning model on student's critical thinking ability. In *National Physics Seminar* (Vol. 1171). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1171/1/012010>
- Androutsos, A., & Brinia, V. (2019). Developing and Piloting a Pedagogy for Teaching Innovation, Collaboration, and Co-Creation in Secondary Education Based on Design Thinking, Digital Transformation, and Entrepreneurship. *Education Sciences*, 9(2), 113.
- Anu, L., Jorma, E., & Sinikka, P. (2014). The case of design-oriented pedagogy: What students' digital video stories say about emerging learning ecosystems. *Education and Information Technologies*, 19(3), 583-601. <https://doi.org/10.1007/s10639-013-9284-6>
- Araujo da Silva, K. K., Behar, P. A., Romeu-Fontanillas, T., & Guitert-Catusus, M. (2020). Construction and Validation of a Model of Digital Competencies for Distance Education Students in Brazil: MCompDigEAD. *Revista Latinoamericana De Tecnologia Educativa-Relatec*, 19(1), 45-61. <https://doi.org/10.17398/1695-288x.19.1.45>
- Arias, A. M., Smith, P. S., Davis, E. A., Marino, J.-C., & Palincsar, A. S. (2017). Justifying Predictions: Connecting Use of Educative Curriculum Materials to Students' Engagement in Science Argumentation. *Journal of Science Teacher Education*, 28(1), 11-35. <https://doi.org/10.1080/1046560x.2016.1277597>

- Armstrong, D., Murck, B., & Poe, J. C. (2021). Service Learning Opportunity for Undergraduate Science Students: Integrating Problem-Based Learning in the High School Science Curriculum. *Journal of Chemical Education*, 98(4), 1275-1282. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01275>
- Arnal-Bailera, A., Cid, E., Muñoz-Escolano, J. M., & Oller-Marcén, A. M. (2018). Marking Mathematics Exams. A Tool for Secondary Teacher Education. In *Educating Prospective Secondary Mathematics Teachers* (pp. 245-265). Springer.
- Arregui-Eaton, I. G., Chaparro-Caso-López, A. A., & Díaz-López, C. D. (2018). Questionnaire for Assessing Teaching Practices in High School from the Perception of Students. *Revista Espanola De Orientacion Y Psicopedagogia*, 29(2), 55-70.
- Ayerbe-López, J., & Perales-Palacios, F. J. (2020). "Reinvent your city": project-based learning for the improvement of environmental awareness in secondary school students. *Ensenanza De Las Ciencias*, 38(2), 181-203. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2812>
- Aznar-Díaz, I., Romero-Rodríguez, J.-M., Navas-Parejo, M. R., & Gómez-García, G. (2021). Analysis of Good Teaching Practices With Mobile Devices at the University: Design and Validation of the APMU Scale. *Ieee Revista Iberoamericana De Tecnologias Del Aprendizaje-Ieee Rita*, 16(1), 2-10. <https://doi.org/10.1109/rita.2021.3052482>
- Baena-Morales, S., Martínez-Roig, R., & Hernández-Amoros, M. J. (2020). Sustainability and Educational Technology-A Description of the Teaching Self-Concept. *Sustainability*, 12(24), Article 10309. <https://doi.org/10.3390/su122410309>
- Barreiro, P., Leonian, P., Marino, T., Pochulu, M., & Rodríguez, M. (2016). Perspectivas metodológicas en la enseñanza y en la investigación en educación matemática. In: Buenos Aires: Ediciones UNGS.

- Bass, R. (2012). Disrupting ourselves: The problem of learning in higher education. *Educause Review*, 47(2), 23-33.
- Bastian, K. C., & Janda, L. (2018). Does Quantity Affect Quality? Teachers' Course Preparations and Effectiveness [Article]. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 11(4), 535-558. <https://doi.org/10.1080/19345747.2018.1483455>
- Baya'a, N., Daher, W., & Anabousy, A. (2019). The Development of In-Service Mathematics Teachers' Integration of ICT in a Community of Practice: Teaching-in-Context Theory. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(1), 125-139. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i01.9134>
- Bayazit, N., Clarke, P. A. J., & Vidakovic, D. (2018). Argumentative Knowledge Construction in an Online Graduate Mathematics Course: A Case Study. *International Journal of Distance Education Technologies*, 16(2), 18-36. <https://doi.org/10.4018/ijdet.2018040102>
- Baydas, O., & Cicek, M. (2019). The examination of the gamification process in undergraduate education: a scale development study. *Technology Pedagogy and Education*, 28(3), 269-285. <https://doi.org/10.1080/1475939x.2019.1580609>
- Benítez Díaz, L. M., Sevillano García, M. L., & Vázquez Cano, E. (2019). Effects on academic performance in secondary students according to the use of ICT. *Ijeri-International Journal of Educational Research and Innovation*(12), 90-108.
- Bertram, L. (2020). Digital Learning Games for Mathematics and Computer Science Education: The Need for Preregistered RCTs, Standardized Methodology, and Advanced Technology. *Frontiers in Psychology*, 11, Article 2127. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.02127>

- Beserra, V., Nussbaum, M., & Oteo, M. (2019). On-Task and Off-Task Behavior in the Classroom: A Study on Mathematics Learning With Educational Video Games. *Journal of Educational Computing Research*, 56(8), 1361-1383.  
<https://doi.org/10.1177/0735633117744346>
- Bond, M. (2020). Facilitating student engagement through the flipped learning approach in K-12: A systematic review. *Computers & Education*, 151, Article 103819.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103819>
- Borges, d. R. M. Á., & Falcón, M. d. B. C. (2018). Observation Protocol of the Explanation Function (OPEF): An Instrument to Operationalize the Transmission of Contents by Teachers  
 Protocolo de observación de la función de explicación (PROFE): un instrumento para operacionalizar la transmisión de contenidos por parte del profesorado [Observation Protocol of the Explanation Function (OPEF): An Instrument to Operationalize the Transmission of Contents by Teachers]. *Universitas Psychologica*, 17(3), 139-150.  
<https://doi.org/10.11144/javeriana.upsy17-3.pofe>
- Bosch, H. E., Bergero, M. S., Nasso, C., Pérez, M. M., & Rampazzi, M. C. (2017). Innovaciones didácticas para ciencias y matemática asistida por TIC. *TE & ET*.
- Bozkurt, G., & Uygan, C. (2020). Lesson hiccups during the development of teaching schemes: a novice technology-using mathematics teacher's professional instrumental genesis of dynamic geometry. *Zdm-Mathematics Education*, 52(7), 1349-1363.  
<https://doi.org/10.1007/s11858-020-01184-4>
- Bray, A., & Tangney, B. (2017). Technology usage in mathematics education research - A systematic review of recent trends. *Computers & Education*, 114, 255-273.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.07.004>

- Brecka, P., Valentova, M., & Haskova, A. (2019). Development of Students' Key Competences and Knowledge Through Interactive Whiteboard [Article]. *Ad Alta-Journal of Interdisciplinary Research*, 9(1), 19-28.
- Brousseau, G. (2005). The Study of the Didactical Conditions of School Learning in Mathematics. *Activity and Sign: Grounding Mathematics Education*, 159-168.  
[https://doi.org/10.1007/0-387-24270-8\\_14](https://doi.org/10.1007/0-387-24270-8_14)
- Brunner, E., & Reusser, K. (2019). Type of mathematical proof: personal preference or adaptive teaching behavior? *Zdm-Mathematics Education*, 51(5), 747-758.  
<https://doi.org/10.1007/s11858-019-01026-y>
- Bueno, P. M. (2018). Aprendizaje basado en problemas (ABP) y habilidades de pensamiento crítico; una relación vinculante? *Revista Electrónica Interuniversitaria de formación del profesorado*, 21(2), 91-108.
- Butlen, D., & Masselot, P. (2019). Challenges and modalities of formation for the teachers of the schools in didactics of mathematics. *Canadian Journal of Science Mathematics and Technology Education*, 19(2), 91-106. <https://doi.org/10.1007/s42330-019-00048-8>
- Califf, C. B., & Brooks, S. (2020). An empirical study of techno-stressors, literacy facilitation, burnout, and turnover intention as experienced by K-12 teachers. *Computers & Education*, 157, Article 103971.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103971>
- Cardelli, J. (2004). Reflexiones críticas sobre el concepto de Transposición Didáctica de Chevallard. *Cuadernos de antropología social*(19).

- Castillo-Vergara, M., Álvarez-Marín, A., & Cabana-Villca, R. (2014). Design thinking: como guiar a estudiantes, emprendedores y empresarios en su aplicación. *Ingeniería Industrial*, 35(3), 301-311.
- Chen, Gamble, J. H., Lee, Z.-H., & Fu, Q.-L. (2020). Formative assessment with interactive whiteboards: A one-year longitudinal study of primary students' mathematical performance. *Computers & Education*, 150, Article 103833.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103833>
- Chen, & Yang, Y. C. (2019). Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators. *Educational Research Review*, 26, 71-81. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.11.001>
- Chevallard, Y. (1991). La transposición didáctica. *Del saber sabio al saber enseñado*, 3.
- Chevallard, Y. (2005). La transposición didáctica. 2ª reimp. *Buenos Aires: Aique Grupo Editor*.
- Chmelarova, Z., Pasiar, L., & Vargova, D. (2020). The level of student's creativity and their attitude to the project-based learning. *Journal of Educational Sciences & Psychology*, 10(1), 3-15.
- Choi, J., Lee, J.-H., & Kim, B. (2019). How does learner-centered education affect teacher self-efficacy? The case of project-based learning in Korea. *Teaching and Teacher Education*, 85, 45-57. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.05.005>
- Cisneros-Cohernour, E. J., Jorquera Jaramillo, M. C., & Aguilar Pereyra, Á. M. (2012). Validación de instrumentos de evaluación docente en el contexto de una universidad española. *Voces y silencios. Revista Latinoamericana de Educación*, 3(1), 41-55.
- Cohen, L., & Manion, L. (1990). Research methods in education. Chatham. In: Routledge.



- Colomo-Magana, E., Fernández-Lacorte, J. M., Sánchez-Rivas, E., & Trujillo-Torres, J. M. (2020). SPOC and teacher training: bibliometric and pedagogical approach on Scopus and Web of Science. *Revista Electronica Interuniversitaria De Formacion Del Profesorado*, 23(2), 37-51. <https://doi.org/10.6018/reifop.413541>
- Colomo-Magana, E., Soto-Varela, R., Ruiz-Palmero, J., & Gómez-García, M. (2020). University Students' Perception of the Usefulness of the Flipped Classroom Methodology. *Education Sciences*, 10(10), Article 275. <https://doi.org/10.3390/educsci10100275>
- Comi, S. L., Argentin, G., Gui, M., Origo, F., & Pagani, L. (2017). Is it the way they use it? Teachers, ICT and student achievement. *Economics of Education Review*, 56, 24-39. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2016.11.007>
- Coufal, K. (2014). *Flipped learning instructional model: Perceptions of video delivery to support engagement in eighth grade math*. Lamar University-Beaumont.
- Curay Pilatasig, E. H., & DT-Cabrera Anda, S. (2013). “Incidencia de la estrategia del aprendizaje basado en problemas en el rendimiento académico en Matemática de los estudiantes de noveno año de Educación Básica del Colegio Nacional Primero de Abril del cantón de Latacunga”.
- Cussó-Calabuig, R., Farran, X. C., & Bosch-Capblanch, X. (2018). Effects of intensive use of computers in secondary school on gender differences in attitudes towards ICT: a systematic review. *Education and Information Technologies*, 23(5), 2111-2139.
- Da Ponte, J. P., Oliveira, H., & Varandas, J. M. (2002). Development of pre-service Mathematics teachers' professional knowledge and identity in working with information and communication technology. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 5(2), 93-115.

- Dalby, D. (2019). Professional learning through collaborative research in mathematics [Article; Early Access]. *Professional Development in Education*, 15. <https://doi.org/10.1080/19415257.2019.1665571>
- Dalby, D., & Swan, M. (2019). Using digital technology to enhance formative assessment in mathematics classrooms [Article]. *British Journal of Educational Technology*, 50(2), 832-845. <https://doi.org/10.1111/bjet.12606>
- Danielson, C. (2013). The framework for teaching evaluation instrument, 2013 instructionally focused edition. Retrieved January, 17, 2017.
- Darling-Hammond, L. (2015). *Getting teacher evaluation right: What really matters for effectiveness and improvement*. Teachers College Press.
- Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2017). Effective teacher professional development. In: Palo Alto, CA: Learning Policy Institute.
- Davini, M. C. (2015). *La formación en la práctica docente*. Paidós Buenos Aires.
- Dayal, H. C., & Cowie, B. (2019). Professional Learning Intervention in Mathematics: A Case of Developing Portfolio Assessment [Article]. *Australian Journal of Teacher Education*, 44(2), 99-118, Article 7. <https://doi.org/10.14221/ajte.2018v44n2.7>
- de Brabander, C. J., & Glastra, F. J. (2020). The unified model of task-specific motivation and teachers' motivation to learn about teaching and learning supportive modes of ICT use. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10256-7>
- de Prado, M. G. (2018). Beneficios educativos y videojuegos: revisión de la literatura española. *Education in the Knowledge Society*, 19(3), 37-51.

- De Vita, M., Verschaffel, L., & Elen, J. (2018). Towards a better understanding of the potential of interactive whiteboards in stimulating mathematics learning. *Learning Environments Research*, 21(1), 81-107.
- Demonty, I., Vlassis, J., & Fagnant, A. (2018). Algebraic thinking, pattern activities and knowledge for teaching at the transition between primary and secondary school [Article]. *Educational Studies in Mathematics*, 99(1), 1-19.  
<https://doi.org/10.1007/s10649-018-9820-9>
- Deng, L., Wu, S., Chen, Y., & Peng, Z. (2020). Digital game-based learning in a Shanghai primary-school mathematics class: A case study. *Journal of Computer Assisted Learning*. <https://doi.org/10.1111/jcal.12438>
- Dignath, C., & Büttner, G. (2018). Teachers' direct and indirect promotion of self-regulated learning in primary and secondary school mathematics classes—insights from video-based classroom observations and teacher interviews. *Metacognition and Learning*, 13(2), 127-157.
- Ding, L. (2019). Applying gamifications to asynchronous online discussions: A mixed methods study. *Computers in Human Behavior*, 91, 1-11.  
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.09.022>
- Dios, I., Calmaestra, J., & Rodríguez-Hidalgo, A. J. (2018). Validation of the Scale of Organizational and Didactic Competencies for Educators. *Revista mexicana de investigación educativa*, 23(76), 281-302.
- Dong, Y., Xu, C., Chai, C. S., & Zhai, X. (2020). Exploring the Structural Relationship Among Teachers' Technostress, Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK), Computer Self-efficacy and School Support. *Asia-Pacific Education Researcher*, 29(2), 147-157. <https://doi.org/10.1007/s40299-019-00461-5>

- Dostal, J., Wang, X., & Nuangchalem, P. (2017). Experiments in Education Supported by Computer Use: Teachers' Attitudes towards Computers. *Proceedings of the 9th International Conference on Computer Supported Education (Csedu)*, Vol 2, 248-254. <https://doi.org/10.5220/0006321302480254>
- Dreher, A., Lindmeier, A., Heinze, A., & Niemand, C. (2018). What Kind of Content Knowledge do Secondary Mathematics Teachers Need? A Conceptualization Taking into Account Academic and School Mathematics [Article]. *Journal Fur Mathematik-Didaktik*, 39(2), 319-341. <https://doi.org/10.1007/s13138-018-0127-2>
- Drijvers, P. (2018). Empirical Evidence for Benefit? Reviewing Quantitative Research on the Use of Digital Tools in Mathematics Education. In L. Ball, S. Ladel, M. Tabach, P. Drijvers, H. S. Siller, & C. Vale (Eds.), *Uses of Technology in Primary and Secondary Mathematics Education - Tools, Topics and Trends* (pp. 161-175). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-76575-4\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-76575-4_9)
- EDUCAUSE, H. (2020). *Horizon Report 2020 : teaching and learning edition*. – Louisville: EDUCAUSE, 2020. EDUCAUSE. [https://library.educause.edu/-/media/files/library/2020/3/2020\\_horizon\\_report\\_pdf.pdf?la=en&hash=08A92C17998E8113BCB15DCA7BA1F467F303BA80](https://library.educause.edu/-/media/files/library/2020/3/2020_horizon_report_pdf.pdf?la=en&hash=08A92C17998E8113BCB15DCA7BA1F467F303BA80)
- EDUCAUSE, H. (2021). 2021 EDUCAUSE Horizon Report® Teaching and Learning Edition. In: EDUCAUSE.
- Engen, B. K. (2019). Understanding social and cultural aspects of teachers' digital competencies. *Comunicar*, 27(61), 9-19. <https://doi.org/10.3916/c61-2019-01>
- Esfijani, A., & Zamani, B. E. (2020). Factors influencing teachers' utilisation of ICT: the role of in-service training courses and access. *Research in Learning Technology*, 28, Article 2313. <https://doi.org/10.25304/rlt.v28.2313>

- Estado, C. E. d. (2019). *Informe 2019 sobre el estado del sistema educativo*.
- Etchepare, G. C., Pérez, C., Bolaños, J. A. C., & Ruiz, R. O. (2017). Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas: La necesidad de un análisis multidisciplinar. *Psychology, Society & Education*, 9(1), 1-10.
- Fernandes, G. W. R., Rodrigues, A. M., & Ferreira, C. A. (2018). Professional development and use of digital technologies by science teachers: a review of theoretical frameworks. *Research in Science Education*, 1-36.
- Fernández Batanero, J. M., López Meneses, E., & Cabero Almenara, J. (2019). Knowledge and degree of training of primary education teachers in relation to ICT taught to disabled students. *British Journal of Educational Technology*, 50 (4).
- Fernández-Martín, F. D., Arco-Tirado, J. L., Carrillo-Rosua, F. J., Hervás-Torres, M., Ruiz-Hidalgo, J. F., & Romero-López, C. (2020). Making STEM Education Objectives Sustainable through a Tutoring Program. *Sustainability*, 12(16), Article 6653. <https://doi.org/10.3390/su12166653>
- Ferraro, S. (2018). Is information and communication technology satisfying educational needs at school? *Computers & Education*, 122, 194-204. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.04.002>
- Fiorella, L., Kuhlmann, S., & Vogel-Walcutt, J. E. J. (2019). Effects of Playing an Educational Math Game That Incorporates Learning by Teaching. *Journal of Educational Computing Research*, 57(6), 1495-1512. <https://doi.org/10.1177/0735633118797133>
- Flegas, K., & Charalampos, L. (2013). Exploring Logical Reasoning and Mathematical Proof in Grade 6 Elementary School Students. *Canadian Journal of Science Mathematics*

*and Technology Education*, 13(1), 70-89.

<https://doi.org/10.1080/14926156.2013.758326>

Forsstrom, S. E. (2019). Role of teachers in students' mathematics learning processes based on robotics integration. *Learning Culture and Social Interaction*, 21, 378-389.

<https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2019.04.005>

Forum, W. E., & Group, B. C. (2015). New vision for education: Unlocking the potential of technology.

Frassia, M. G. (2018). Enhanced Statistical Thinking In Secondary School With Python Programming Language: A Realistic Mathematics Education Approach. In L. G. Chova, A. L. Martinez, & I. C. Torres (Eds.), *12th International Technology, Education and Development Conference* (pp. 3462-3471).

Fuentes-Cabrera, A., Parra-González, M. E., López-Belmonte, J., & Segura-Robles, A. (2020). Learning Mathematics with Emerging Methodologies-The Escape Room as a Case Study. *Mathematics*, 8(9), Article 1586. <https://doi.org/10.3390/math8091586>

Fujita, T., Kondo, Y., Kumakura, H., & Kunimune, S. (2017). Students' geometric thinking with cube representations: Assessment framework and empirical evidence. *Journal of Mathematical Behavior*, 46, 96-111. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2017.03.003>

García, M. G., & Calleja, L. S. (2017). El aprendizaje servicio y el desarrollo de las competencias emocionales en la formación inicial del profesorado. *Contextos Educativos. Revista de Educación*(20), 127-145.

García, M. G., Hamed, M. B., Dorado, C. P., & Valera, R. S. (2020). Formación docente en línea a distancia. Un análisis de los perfiles y la opinión de los profesores. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 23(2).

- García-Martín, S., & Cantón-Mayo, I. (2019). Use of technologies and academic performance in adolescent students. *Comunicar*, 27(59), 73-81. <https://doi.org/10.3916/c59-2019-07>
- Gasco Txabarri, J. (2017). Diferencias en el uso de estrategias en el aprendizaje de las matemáticas en enseñanza secundaria según el sexo. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 8(1), 47-59.
- Gebhardt, E., Thomson, S., Ainley, J., & Hillman, K. (2019). Teacher Gender and ICT. In *Gender Differences in Computer and Information Literacy* (pp. 53-68). Springer.
- Giacomone, B., Godino, J. D., & Beltrán-Pellicer, P. (2018). Developing the prospective mathematics teachers' didactical suitability analysis competence. *Educação e Pesquisa*, 44, e172011-e172011. <https://doi.org/10.1590/s1678-4634201844172011>
- Gil-Galván, R., Martín-Espinosa, I., & Gil-Galván, F. J. (2021). University Student Perceptions of Competences Acquired Through Problem-Based Learning. *Educacion Xx1*, 24(1), 271-295. <https://doi.org/10.5944/educXX1.26800>
- Gispert, H. (2014). Mathematics education in France: 1800–1980. In *Handbook on the history of mathematics education* (pp. 229-240). Springer.
- González, A. E. (2008). *Las competencias básicas: claves y propuestas para su desarrollo en los centros* (Vol. 21). Graó.
- González-Gil, F., Martín-Pastor, E., Orgaz, B. B., & Poy, C. R. (2019). Development and validation of a questionnaire to evaluate teacher training for inclusion: the CEFI-R-1. *Aula Abierta*, 48(2), 229-237. <https://doi.org/10.17811/rifie.48.2.2019.229-238>
- Griffith, S. F., Hagan, M. B., Heymann, P., Heflin, B. H., & Bagner, D. M. (2020). Apps As Learning Tools: A Systematic Review. *Pediatrics*, 145(1). <https://doi.org/10.1542/peds.2019-1579>

- Gui, M., Parma, A., & Comi, S. (2018). Does Public Investment in ICTs Improve Learning Performance? Evidence From Italy. *Policy and Internet*, 10(2), 141-163.  
<https://doi.org/10.1002/poi3.170>
- Guillén-Gámez, F. D., & Mayorga-Fernández, M. J. (2020). Identification of Variables that Predict Teachers' Attitudes toward ICT in Higher Education for Teaching and Research: A Study with Regression. *Sustainability*, 12(4), Article 1312.  
<https://doi.org/10.3390/su12041312>
- Guillén-Gámez, F. D., Mayorga-Fernández, M. J., Bravo-Agapito, J., & Escribano-Ortiz, D. (2020). Analysis of Teachers' Pedagogical Digital Competence: Identification of Factors Predicting Their Acquisition. *Technology Knowledge and Learning*.  
<https://doi.org/10.1007/s10758-019-09432-7>
- Gunzel, M., Suchoparova, T., Binterova, H., & Sulista, M. (2017). Nonverbal Elements in the Context of Didactic Transposition. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 24(3), 137-142. [https://doi.org/10.1564/tme\\_v24.3.05](https://doi.org/10.1564/tme_v24.3.05)
- Guo, Ling, L. K., & Jun, W. (2019). Teacher feedback and students' self-regulated learning in mathematics: A comparison between a high-achieving and a low-achieving secondary schools. *Studies in Educational Evaluation*, 63, 48-58.  
<https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.07.001>
- Guo, & Wei. (2019). Teacher Feedback and Students' Self-regulated Learning in Mathematics: A Study of Chinese Secondary Students [Article]. *Asia-Pacific Education Researcher*, 28(3), 265-275. <https://doi.org/10.1007/s40299-019-00434-8>
- Gurkan, B. (2019). Examination of secondary school teachers' opinions regarding interdisciplinary teaching [Article]. *Pegem Egitim Ve Ogretim Dergisi*, 9(1), 91-123.  
<https://doi.org/10.14527/pegegog.2019.004>



- Gómez García, M., Ferrer, R., & Herrán, A. d. l. (2015). Las redes sociales verticales en los sistemas formales de formación inicial de docentes. *Revista Complutense de Educación*.
- Gómez-Chacón, I. M., Ortuno, T., & de la Fuente, A. (2020). Service-learning in Mathematics: Use of learning trajectories in university education. *Redu-Revista De Docencia Universitaria*, 18(1), 213-231. <https://doi.org/10.4995/redu.2020.12079>
- Gómez-García, M., Boumadan-Hamed, M., Poyatos-Dorado, C., & Soto-Valera, R. (2020). Online teacher training. An analysis of teachers' profiles and teachers' opinion. *Revista Electronica Interuniversitaria De Formacion Del Profesorado*, 23(2), 95-111. <https://doi.org/10.6018/reifop.423001>
- Gómez-García, M., Hossein-Mohand, H., Trujillo-Torres, J. M., & Hossein-Mohand, H. (2020). The Training and Use of ICT in Teaching Perceptions of Melilla's (Spain) Mathematics Teachers. *Mathematics*, 8(10), Article 1641. <https://doi.org/10.3390/math8101641>
- Gómez-García, M., Soto-Varela, R., Morón-Marchena, J. A., & del Pino-Espejo, M. J. (2020). Using Mobile Devices for Educational Purposes in Compulsory Secondary Education to Improve Student's Learning Achievements. *Sustainability*, 12(9), 3724.
- Hatlevik, O. E., Throndsen, I., Loi, M., & Gudmundsdottir, G. B. (2018). Students' ICT self-efficacy and computer and information literacy: Determinants and relationships. *Computers & Education*, 118, 107-119.
- He, J. (2020a). Construction of "three-stage asynchronous" instructional mode of blended flipped classroom based on Mobile learning platform. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10200-9>

- He, J. (2020b). Research and practice of flipped classroom teaching mode based on guidance case. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10137-z>
- Heard-Kilpatrick, W. (2020). The Project Method (1918). *Schools-Studies in Education*, 17(1), 136-149. <https://doi.org/10.1086/708360>
- Herrada, R., & Baños, R. (2018). Experiencias de aprendizaje cooperativo en matemáticas.
- Hershkovitz, A., & Baruch, A. F. (2017). La relación profesor-alumno y la comunicación en Facebook: percepciones de los alumnos. *Comunicar: Revista científica iberoamericana de comunicación y educación*(53), 91-101.
- Hidalgo, M. I. M. (2017). Estrategias metodológicas para el desarrollo del pensamiento lógico-matemático. *Revista Didasc@ lia: Didáctica y Educación*. ISSN 2224-2643, 9(1), 125-132.
- Hinojo Lucena, F. J., Aznar Díaz, I., Romero Rodríguez, J. M., & Marín Marín, J. A. (2019). Influencia del aula invertida en el rendimiento académico: Una revisión sistemática. *Campus virtuales: revista científica iberoamericana de tecnología educativa*.
- Hinojo-Lucena, F.-J., Aznar-Díaz, I., Cáceres-Reche, M.-P., Trujillo-Torres, J.-M., & Romero-Rodríguez, J.-M. (2019). Factors influencing the development of digital competence in teachers: Analysis of the teaching staff of permanent education centres. *IEEE Access*, 7, 178744-178752.
- Hinojo-Lucena, F.-J., Aznar-Díaz, I., Cáceres-Reche, M.-P., Trujillo-Torres, J.-M., & Romero-Rodríguez, J.-M. (2019). Factors influencing the development of digital competence in teachers: Analysis of the teaching staff of permanent education centres. *IEEE Access*, 7, 178744-178752.

- Holguín García, F., Rangel, E., & García Mera, N. (2020). Gamification in mathematics education: a systematic review. *Telos-Revista Interdisciplinaria En Ciencias Sociales*, 22(1), 62-75. <https://doi.org/10.36390/telos221.05>
- Hollebrands, K., & Okumus, S. (2018). Secondary mathematics teachers' instrumental integration in technology-rich geometry classrooms. *Journal of Mathematical Behavior*, 49, 82-94. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2017.10.003>
- Hossein-Mohand, H., Trujillo-Torres, J.-M., Gomez-Garcia, M., Hossein-Mohand, H., & Campos-Soto, A. (2021). Analysis of the Use and Integration of the Flipped Learning Model, Project-Based Learning, and Gamification Methodologies by Secondary School Mathematics Teachers. *Sustainability*, 13(5), Article 2606. <https://doi.org/10.3390/su13052606>
- Hsu, & Chen, Y. J. (2019). Examining teachers' technological pedagogical and content knowledge in the era of cloud pedagogy. *South African Journal of Education*, 39, Article 1572. <https://doi.org/10.15700/saje.v39ns2a1572>
- Hsu, Tsai, M.-J., Chang, Y.-H., & Liang, J.-C. (2017). Surveying in-service teachers' beliefs about game-based learning and perceptions of technological pedagogical and content knowledge of games. *Journal of Educational Technology & Society*, 20(1), 134-143.
- Huang, B., Hew, K. F., & Lo, C. K. (2019). Investigating the effects of gamification-enhanced flipped learning on undergraduate students' behavioral and cognitive engagement. *Interactive Learning Environments*, 27(8), 1106-1126. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1495653>
- Hughes, J. E., Cheah, Y. H., Shi, Y., & Hsiao, K. H. (2020). Preservice and inservice teachers' pedagogical reasoning underlying their most-valued technology-supported

- instructional activities. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(4), 549-568.  
<https://doi.org/10.1111/jcal.12425>
- INE. (2019). Encuesta sobre equipamiento y uso de tecnologías de información y comunicación en los hogares. *INE*.
- INE. (2020). *Estadística de la Sociedad de la Información y la Comunicación en los centros educativos no universitarios*. Curso 2018-2019. In: Instituto Nacional de Estadística.
- INTEF. (2017). *Competencia Digital Docente*.
- Jorge-Pozo, D., & Jiménez-Gestal, C. (2019). Aplicando flipped classroom para el aprendizaje basado en problemas (ABP) en secundaria. *Revista Épsilon*, 103, 45-54.
- Jung, H. Y., & Newton, J. A. (2018). Preservice mathematics teachers' conceptions and enactments of modeling standards [Article]. *School Science and Mathematics*, 118(5), 169-178. <https://doi.org/10.1111/ssm.12275>
- Jung, H. Y., Stehr, E. M., & He, J. (2019). Mathematical modeling opportunities reported by secondary mathematics preservice teachers and instructors [Article]. *School Science and Mathematics*, 119(6), 353-365. <https://doi.org/10.1111/ssm.12359>
- Kearney, M., Schuck, S., Aubusson, P., & Burke, P. F. (2018). Teachers' technology adoption and practices: Lessons learned from the IWB phenomenon. *Teacher Development*, 22(4), 481-496.
- Kelley, T., & Kelley, D. (2013). *Creative confidence: Unleashing the creative potential within us all*. Currency.
- Keskin, O., Corlu, M. S., & Ayas, A. (2018). Voicing Mathematics Teachers: A Holistic Overview of Their Early Career Challenges [Article]. *Educational Sciences-Theory & Practice*, 18(2), 331-371. <https://doi.org/10.12738/estp.2018.2.0025>

- Kieran, C., & Drijvers, P. (2016). Digital technology and mathematics education: core ideas and key dimensions of Michèle Artigue's theoretical work on digital tools and its impact on mathematics education research. In *The Didactics of Mathematics: Approaches and Issues* (pp. 123-142). Springer.
- Kilpatrick, J. (1967). Analyzing the solution of word problems in mathematics: An exploratory study.
- Kim, H.-K. (2020). Meta analysis on the improvement of academic performance by the teaching method for underachievers of learning mathematics. *The Mathematical Education*, 59(1), 31-45.
- kiyong, P. (2018). The Effects of instructional design model based on the nature of design thinking on secondary pre-service teacher's instructional design activities [디자인 사고의 본질을 반영한 수업설계모형의 효과 분석]. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 18(3), 191-214.  
<https://doi.org/10.22251/jlcci.2018.18.3.191>
- Konnova, L., Lipagina, L., Postovalova, G., Rylov, A., & Stepanyan, I. (2019). Designing Adaptive Online Mathematics Course Based on Individualization Learning. *Education Sciences*, 9(3), Article 182. <https://doi.org/10.3390/educsci9030182>
- Kundu, A., Bej, T., & Dey, K. N. (2020). An empirical study on the correlation between teacher efficacy and ICT infrastructure. *International Journal of Information and Learning Technology*. <https://doi.org/10.1108/ijilt-04-2020-0050>
- Kwek, S. H. (2011). Innovation in the classroom: Design thinking for 21st century learning. Retrieved September, 20, 2015.

- Kwon, J., Bromback, L., & Kudrowitz, B. (2017). Divergent Thinking Ability+ Interest= Creative Ideas: Exploring the Relationships Between Cognitive Creativity Assessments and Product Design Idea Generation. ASME 2017 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference,
- Kyewski, E., & Kraemer, N. C. (2018). To gamify or not to gamify? An experimental field study of the influence of badges on motivation, activity, and performance in an online learning course. *Computers & Education*, *118*, 25-37.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.11.006>
- Lage, M. J., Platt, G. J., & Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*, *31*(1), 30-43.
- Lagrange, J.-B., Artigue, M., Laborde, C., & Trouche, L. (2003). Technology and mathematics education: A multidimensional study of the evolution of research and innovation. In *Second international handbook of mathematics education* (pp. 237-269). Springer.
- Lee, Y. M., & Lee, S. J. (2018). Prospective Secondary Mathematics Teachers' Noticing in Lesson Evaluation and Lesson Reflection. *School Mathematics*, *20*(1), 185-207.  
<https://doi.org/10.29275/sm.2018.03.20.1.185>
- Leikin, R., Zazkis, R., & Meller, M. (2018). Research mathematicians as teacher educators: Focusing on mathematics for secondary mathematics teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education*, *21*(5), 451-473.
- Levy, Brunner, M., Keller, U., & Fischbach, A. (2019). Methodological issues in value-added modeling: an international review from 26 countries. *Educational Assessment*

- Evaluation and Accountability*, 31(3), 257-287. <https://doi.org/10.1007/s11092-019-09303-w>
- Levy, M. (2017). Design thinking in multidisciplinary learning teams: Insights from multidisciplinary teaching events. International Conference on Advanced Information Systems Engineering,
- Li, & Wang, X. (2020). Technostress inhibitors and creators and their impacts on university teachers' work performance in higher education. *Cognition Technology & Work*. <https://doi.org/10.1007/s10111-020-00625-0>
- Li, Yang, H. H., & MacLeod, J. (2019). Preferences toward the constructivist smart classroom learning environment: examining pre-service teachers' connectedness. *Interactive Learning Environments*, 27(3), 349-362. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1474232>
- Lindberg, R. S. N., Laine, T. H., & Haaranen, L. (2019). Gamifying programming education in K-12: A review of programming curricula in seven countries and programming games. *British Journal of Educational Technology*, 50(4), 1979-1995. <https://doi.org/10.1111/bjet.12685>
- Liu, Q., Geertshuis, S., & Grainger, R. (2020). Understanding academics' adoption of learning technologies: A systematic review. *Computers & Education*, 151, Article 103857. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103857>
- Lo, C. K., & Hew, K. F. (2020). A comparison of flipped learning with gamification, traditional learning, and online independent study: the effects on students' mathematics achievement and cognitive engagement. *Interactive Learning Environments*, 28(4), 464-481. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1541910>

- Lo, C. K., Lie, C. W., & Hew, K. F. (2018). Applying "First Principles of Instruction" as a design theory of the flipped classroom: Findings from a collective study of four secondary school subjects [Article]. *Computers & Education*, *118*, 150-165. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.12.003>
- Loong, E. Y.-K., & Herbert, S. (2018). Primary school teachers' use of digital technology in mathematics: the complexities. *Mathematics Education Research Journal*, *30*(4), 475-498. <https://doi.org/10.1007/s13394-018-0235-9>
- Loria, J. R., & Lupiañez, J. L. (2019). Studying Secondary Teachers' Knowledge on Mathematical Processes [Article]. *Pna-Revista De Investigacion En Didactica De La Matematica*, *13*(4), 247-269. <https://doi.org/10.30827/pna.v13i4.8892>
- Lundin, M., Rensfeldt, A. B., Hillman, T., Lantz-Andersson, A., & Peterson, L. (2018). Higher education dominance and siloed knowledge: a systematic review of flipped classroom research. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *15*, Article 20. <https://doi.org/10.1186/s41239-018-0101-6>
- López, M. d. M. G., & Albaladejo, I. M. R. (2017). Influencia de las Nuevas Tecnologías en la Evolución del Aprendizaje y las Actitudes Matemáticas de Estudiantes de Secundaria. *Electronic Journal of Research in Education Psychology*, *7*(17), 369-396.
- López-Belmonte, J., Fuentes-Cabrera, A., López-Nuñez, J. A., & Pozo-Sánchez, S. (2019). Formative Transcendence of Flipped Learning in Mathematics Students of Secondary Education. *Mathematics*, *7*(12), Article 1226. <https://doi.org/10.3390/math7121226>
- López-Belmonte, J., Parra-González, M. E., Segura-Robles, A., & Pozo-Sánchez, S. (2020). Scientific Mapping of Gamification in Web of Science. *European Journal of Investigation in Health Psychology and Education*, *10*(3), 832-847. <https://doi.org/10.3390/ejihpe10030060>



- López-Belmonte, J., Pozo-Sánchez, S., Fuentes-Cabrera, A., & Trujillo-Torres, J.-M. (2019). Analytical competences of teachers in big data in the era of digitalized learning. *Education Sciences*, 9(3), 177.
- Ma, J. K. H., Vachon, T. E., & Cheng, S. (2019). National Income, Political Freedom, and Investments in R&D and Education: A Comparative Analysis of the Second Digital Divide Among 15-Year-Old Students. *Social Indicators Research*, 144(1), 133-166. <https://doi.org/10.1007/s11205-018-2030-0>
- Mailing, J. P. (2020). The Effect of Advance Statistics Learning Integrated Minitab and Excel with Teaching Teams. *International Journal of Instruction*, 13(2), 139-150. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13210a>
- Maio, G. R., Haddock, G., & Verplanken, B. (2018). *The psychology of attitudes and attitude change*. Sage Publications Limited.
- Majó, F., & Baqueró, M. (2014). *Los proyectos interdisciplinarios*. Barcelona. Ed. Grao.
- Mammadov, R., & Cimen, I. (2019). Optimizing Teacher Quality Based on Student Performance: A Data Envelopment Analysis on PISA and TALIS. *International Journal of Instruction*, 12(4), 767-788. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12449a>
- Marin-Diaz, V., Sampedro-Requena, B. E., Munoz-Gonzalez, J. M., & Jimenez-Fanjul, N. N. (2020). The Possibilities of Gamifying the Mathematical Curriculum in the Early Childhood Education Stage. *Mathematics*, 8(12), Article 2215. <https://doi.org/10.3390/math8122215>
- Marks, R. (1990). Pedagogical Content Knowledge - From A Mathematical Caset to A Modified Conception. *Journal of Teacher Education*, 41(3), 3-11. <https://doi.org/10.1177/002248719004100302>

- Martin, D., & Jamieson-Proctor, R. (2019). Development and validation of a survey instrument for measuring pre-service teachers' pedagogical content knowledge. *International Journal of Research & Method in Education*.  
<https://doi.org/10.1080/1743727x.2019.1687669>
- Martín, A. H., & de Arriba, J. M. (2017). Concepciones de los docentes no universitarios sobre el aprendizaje colaborativo con TIC. *Educación XXI*, 20(1).
- Mato-Vázquez, D., Espiñeira, E., & López-Chao, V. A. (2017). Impacto del uso de estrategias metacognitivas en la enseñanza de las matemáticas. *Perfiles educativos*, 39(158), 91-111.
- Matosas-López, L., Leguey-Galán, S., & Miguel Doncel-Pedrerera, L. (2019). Converting Likert Scales Into Behavioral Anchored Rating Scales(Bars) For The Evaluation of Teaching Effectiveness For Formative Purposes. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 16(3), Article 9.
- Mendivil, I. S. M., Crespo, R. G., González-Castano, A., Ruiz, A. A. M., & Palma, L. O. (2019). A pedagogical tool based on the development of a computer application to improve learning in advanced mathematics. *Revista Espanola De Pedagogia*, 77(274), 457-485. <https://doi.org/10.22550/rep77-3-2019-06>
- Mercader, C. (2020). Explanatory model of barriers to integration of digital technologies in higher education institutions. *Education and Information Technologies*.  
<https://doi.org/10.1007/s10639-020-10222-3>
- Merla González, A. E., & Yáñez Encizo, C. G. (2016). El aula invertida como estrategia para la mejora del rendimiento académico. *Revista mexicana de bachillerato a distancia*, 8(16), 68-78.

- Mestrovic, D., & Zugic, N. J. (2018). Students' Perceptions of Service Quality, Satisfaction, And Word-Of-Mouth: Scale Adaptation And Validation on a Sample of ICT And Stem Students. *Market-Trziste*, 30(2), 195-211.  
<https://doi.org/10.22598/mt/2018.30.2.195>
- Mikropoulos, T. A. (2018). *Research on E-Learning and ICT in Education: Technological, Pedagogical and Instructional Perspectives*. Springer.
- Mintos, A., Hoffman, A. J., Kersey, E., Newton, J., & Smith, D. (2019). Learning about issues of equity in secondary mathematics teacher education programs [Article]. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 22(5), 433-458.  
<https://doi.org/10.1007/s10857-018-9398-2>
- Mora, H., Signes-Pont, M. T., Fuster-Guillo, A., & Pertegal-Felices, M. L. (2020). A collaborative working model for enhancing the learning process of science & engineering students. *Computers in Human Behavior*, 103, 140-150.  
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.09.008>
- Morales-López, Y., & Moll, V. F. (2019). Evaluation by a teacher of the suitability of her mathematics class. *Educação e Pesquisa*, 45, e189468-e189468.  
<https://doi.org/10.1590/s1678-4634201945189468>
- Moreira-Fontan, E., Garcia-Senoran, M., Conde-Rodriguez, A., & Gonzalez, A. (2019). Teachers' ICT-related self-efficacy, job resources, and positive emotions: Their structural relations with autonomous motivation and work engagement. *Computers & Education*, 134, 63-77. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.02.007>
- Moreno, Palacios, A., Barreras, A., & Pascual, V. (2020). An Assessment of the Impact of Teachers' Digital Competence on the Quality of Videos Developed for the Flipped

- Math Classroom. *Mathematics*, 8(2), Article 148.  
<https://doi.org/10.3390/math8020148>
- Moreno, M., & Llinares, S. (2018). Prospective Mathematics Teachers' Perspectives on Technology. In M. E. Strutchens, R. Huang, D. Potari, & L. Losano (Eds.), *Educating Prospective Secondary Mathematics Teachers: Knowledge, Identity, and Pedagogical Practices* (pp. 125-142). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-91059-8\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-91059-8_8)
- Moreno-Guerrero, A.-J., Rodríguez-Jiménez, C., Gómez-García, G., & Ramos Navas-Parejo, M. (2020). Educational Innovation in Higher Education: Use of Role Playing and Educational Video in Future Teachers' Training. *Sustainability*, 12(6), Article 2558.  
<https://doi.org/10.3390/su12062558>
- Muir, T. (2020). Self-determination theory and the flipped classroom: a case study of a senior secondary mathematics class. *Mathematics Education Research Journal*.  
<https://doi.org/10.1007/s13394-020-00320-3>
- Muñoz, J., Hans, J. A., & Fernández, A. (2019). Gamificación en matemáticas, ¿un nuevo enfoque o una nueva palabra? *Revista Épsilon*, 101, 29-45.
- Mwadzaangati, L. (2019). Comparison of geometric proof development tasks as set up in the textbook and as implemented by teachers in the classroom. *Pythagoras*, 40(1), Article a458. <https://doi.org/10.4102/pythagoras.v40i1.458>
- Napal Fraile, M., Penalva-Velez, A., & Mendioroz Lacambra, A. M. (2018). Development of Digital Competence in Secondary Education Teachers' Training. *Education Sciences*, 8(3), Article 104. <https://doi.org/10.3390/educsci8030104>
- Nava, I., Park, J., Dockterman, D., Kawasaki, J., Schweig, J., Quartz, K. H., & Martinez, J. F. (2019). Measuring Teaching Quality of Secondary Mathematics and Science

- Residents: A Classroom Observation Framework. *Journal of Teacher Education*, 70(2), 139-154. <https://doi.org/10.1177/0022487118755699>
- OECD. (2016). *Panorama de la educación 2015: Indicadores de la OCDE*. <https://doi.org/doi:https://doi.org/10.1787/eag-2015-es>
- Olive, J., Makar, K., Hoyos, V., Kor, L. K., Kosheleva, O., & Straesser, R. (2010). Mathematical Knowledge and Practices Resulting from Access to Digital Technologies. *Mathematics Education and Technology - Rethinking the Terrain: the 17th Icmi Study*, 13, 133-177. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0146-0\\_8](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0146-0_8)
- Ormell, C. P. (1974). Blooms Taxonomy and Objectives of Education. *Educational Research*, 17(1), 3-18. <https://doi.org/10.1080/0013188740170101>
- Osborne, J. F., Henderson, J. B., MacPherson, A., Szu, E., Wild, A., & Yao, S.-Y. (2016). The development and validation of a learning progression for argumentation in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(6), 821-846. <https://doi.org/10.1002/tea.21316>
- Ozudogru, M. (2020). The Factors Predicting Pre-Service Teachers' Achievement in Teacher Training Classrooms. *Eurasian Journal of Educational Research*(87), 157-178. <https://doi.org/10.14689/ejer.2020.87.8>
- Panahi, M., Jafarkhani, F., Bozorg, Z. J., & Nikkho, L. (2019). Reviewing learning environments: effect of flipped classroom on learning level of mathematics in primary schools. In L. G. Chova, A. L. Martinez, & I. C. Torres (Eds.), *12th International Conference of Education, Research and Innovation* (pp. 8561-8566).
- Park, J.-H., Kim, C., & Ham, j. (2019). High-school students' understanding and use of mathematics textbooks. *The Mathematical Education*, 58(4), 589-607.

- Parker, F., Bartell, T. G., & Novak, J. D. (2017). Developing culturally responsive mathematics teachers: Secondary teachers' evolving conceptions of knowing students. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 20(4), 385-407.
- Paufler, N. A., King, K. M., & Zhu, P. (2020). Promoting professional growth in new teacher evaluation systems: Practitioners' lived experiences in changing policy contexts. *Studies in Educational Evaluation*, 65, Article Unsp 100873.  
<https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100873>
- Pease, R., Vuke, M., Maker, C. J., & Muammar, O. M. (2020). A Practical Guide for Implementing the STEM Assessment Results in Classrooms: Using Strength-Based Reports and Real Engagement in Active Problem Solving. *Journal of Advanced Academics*, 31(3), 367-406, Article 1932202x20911643.  
<https://doi.org/10.1177/1932202x20911643>
- Pegalajar Palomino, M. d. C. (2017). El futuro docente ante el uso de las TIC para la educación inclusiva. *Digital Education Review*(31).
- Pizarro, N., Miguel-Belmonte, J., & Arteaga-Martínez, B. (2020). A Didactic Analysis Of The Classroom Practice In The Teaching Of Analogue Clock Reading. *Educacion Xx1*, 23(1), 409-436. <https://doi.org/10.5944/educXX1.23913>
- Pochulu, M., Font, V., & Rodríguez, M. (2016). 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*, 19(1), 71-98.
- Podolsky, A., Kini, T., & Darling-Hammond, L. (2019). Does teaching experience increase teacher effectiveness? A review of US research. *Journal of Professional Capital and Community*, 4(4), 286-308. <https://doi.org/10.1108/jpcc-12-2018-0032>

- Portuguez Castro, M., & Gómez Zermeno, M. G. (2020). Challenge Based Learning: Innovative Pedagogy for Sustainability through e-Learning in Higher Education. *Sustainability*, 12(10), Article 4063. <https://doi.org/10.3390/su12104063>
- Pozo-Sánchez, S., López-Belmonte, J., Moreno-Guerrero, A. J., & Hinojo-Lucena, F. J. (2020). Flipped learning and digital competence: A teaching connection necessary for its development in current education. *Revista Electronica Interuniversitaria De Formacion Del Profesorado*, 23(2), 127-141. <https://doi.org/10.6018/reifop.422971>
- Prendes-Espinosa, M., García-Tudela, P., & Solano-Fernández, I. (2020). Gender equality and ICT in the context of formal education: A systematic review. *Comunicar*, 28(63), 9-20. <https://doi.org/10.3916/c63-2020-01>
- Presby, R. E. (2017). Barriers to reducing the digital-use divide as perceived by middle school principals.
- Prieto, J. M. A. (2020). A systematic review about gum cation, motivation and learning in high school. *Teoria De La Educacion*, 32(1), 73-99. <https://doi.org/10.14201/teri.20625>
- Purdy, J. P. (2014). What can design thinking offer writing studies? *College Composition and Communication*, 612-641.
- Ragin, C. C. (2007). Fuzzy sets: Calibration versus measurement. *Methodology volume of Oxford handbooks of political science*, 2.
- Ramos, N. E., & Pineda, I. A. S. (2019). Mobiles technological environments as a learning space for mathematics and their value in the transformation of educational practices [Article]. *Dialogo*(40), 21-36. <https://doi.org/10.18316/dialogo.v0i40.4877>

- Reppy, D., & Larwin, K. H. (2020). The Association Between Perception of Caring and Intrinsic Motivation: A Study of Urban Middle School Students. *Journal of Education-Us*, 200(1), 48-61. <https://doi.org/10.1177/0022057419875123>
- Richards, K. A. R., Templin, T. J., Levesque-Bristol, C., & Blankenship, B. T. (2014). Understanding Differences in Role Stressors, Resilience, and Burnout in Teacher/Coaches and Non-Coaching Teachers. *Journal of Teaching in Physical Education*, 33(3), 383-402. <https://doi.org/10.1123/jtpe.2013-0159>
- Rodríguez Gallego, M. R. (2014). El Aprendizaje-Servicio como estrategia metodológica en la Universidad. *Revista Complutense de Educación*, 25 (1), 95-113.
- Rodríguez-García, A., & Arias-Gago, A. (2018). Metodologías activas: estudio comparativo del uso en función de la experiencia docente. Book of abstracts CIVINEDU 2018: 2nd International Virtual Conference on Educational Research and Innovation,
- Rodríguez-García, A. M., Heredia, N. M., & Sánchez, F. R. (2017). La formación del profesorado en competencia digital: clave para la educación del siglo XXI. *Revista Internacional de Didáctica y Organización Educativa*, 3(2).
- Rodríguez-García, A. M., Trujillo-Torres, J. M., & Sánchez-Rodríguez, J. (2019). Impact of scientific productivity on digital competence of future teachers: bibliometric approach on Scopus and Web of Science. *Revista Complutense De Educacion*, 30(2), 623-646. <https://doi.org/10.5209/rced.58862>
- Rodríguez-Sabiote, C., & Úbeda-Sánchez, A. M. (2019). Bibliometric analysis through methodological quality indicators of Spanish education journals indexed in JCR during the three year period 2014-2016 [Article]. *Relieve-Revista Electronica De Investigacion Y Evaluacion Educativa*, 25(1), 18, Article 2. <https://doi.org/10.7203/relieve.25.1.12771>



- Romero Martín, M. R., Castejón Oliva, F. J., López Pastor, V. M., & Fraile Aranda, A. (2017). Evaluación formativa, competencias comunicativas y TIC en la formación del profesorado.
- Rosenbluth, A., Cruzat-Mandich, C., & Ugarte, M. L. (2016). Methodology to Validate a Competencies Assessment Tool for Psychology Students. *Universitas Psychologica*, *15*(1), 303-314.
- Salles, F., Dos Santos, R., & Keskpaik, S. (2020). When didactics meet data science: process data analysis in large-scale mathematics assessment in France. *Large-Scale Assessments in Education*, *8*(1), Article 7. <https://doi.org/10.1186/s40536-020-00085-y>
- Santagata, R., & Sandholtz, J. H. (2019). Preservice Teachers' Mathematics Teaching Competence: Comparing Performance on Two Measures. *Journal of Teacher Education*, *70*(5), 472-484. <https://doi.org/10.1177/0022487117753575>
- Sarkar, N., Ford, W., & Manzo, C. (2020). To flip or not to flip: What the evidence suggests. *Journal of Education for Business*, *95*(2), 81-87. <https://doi.org/10.1080/08832323.2019.1606771>
- Scoular, C., & Care, E. (2018). Teaching twenty-first century skills: implications at system levels in Australia. In *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (pp. 145-162). Springer.
- Semerci, A., & Aydin, M. K. (2018). Examining High School Teachers' Attitudes towards ICT Use in Education. *International Journal of Progressive Education*, *14*(2), 93-105.
- Shackleton, N., Bonell, C., Jamal, F., Allen, E., Mathiot, A., Elbourne, D., & Viner, R. (2019). Teacher Burnout and Contextual and Compositional Elements of School

- Environment. *Journal of School Health*, 89(12), 977-993.  
<https://doi.org/10.1111/josh.12839>
- Shapiro, L., & Stolz, S. A. (2019). Embodied cognition and its significance for education. *Theory and Research in Education*, 17(1), 19-39.  
<https://doi.org/10.1177/1477878518822149>
- Sharma, R., & Ali, S. (2018, Oct 04-05). Embedding Concepts of Sustainability in Secondary School Mathematics Through Games Based Learning. *Proceedings of the European Conference on Games-Based Learning* [Proceedings of the 12th european conference on games based learning (ecgbl 2018)]. 12th European Conference on Games Based Learning (ECGBL), SKEMA Business Sch, FRANCE.
- Shuilleabhain, A. N., & Seery, A. (2018). Enacting curriculum reform through lesson study: a case study of mathematics teacher learning [Article]. *Professional Development in Education*, 44(2), 222-236. <https://doi.org/10.1080/19415257.2017.1280521>
- Shulman, L. S., & Wilson, S. M. (2004). *The wisdom of practice: Essays on teaching, learning, and learning to teach*. Jossey-Bass.
- Silva, M., Machado, W. D. L., Pilotto, L. M., Backes, B., Zanon, R. B., Machado, P. V., . . . Bandeira, D. R. (2017). Construction and study of validity evidence of the Teaching Assessment Scale. *Revista Brasileira de Educação*, 22(70), 690-707.  
<https://doi.org/10.1590/s1413-24782017227035>
- Silva-Juarez, Silva, I. N., & Bilessimo, S. (2020). Technological Structure for Technology Integration in the Classroom, Inspired by the Maker Culture. *Journal of Information Technology Education-Research*, 19, 167-204. <https://doi.org/10.28945/4532>

- Silva-Pena, J. L., Gamboa-Graus, M. E., & Domínguez-Reyes, A. (2019). Systematic evaluation activities for the teaching of mathematics in basic secondary education. *Dilemas Contemporaneos-Educacion Politica Y Valores*, 7(1), Article 18.
- Simamora, R. E., Sidabutar, D. R., & Surya, E. (2017). Improving learning activity and students' problem solving skill through problem based learning (PBL) in junior high school. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 33(2), 321-331.
- Sivia, A., MacMath, S., Novakowski, C., & Britton, V. (2019). Examining Student Engagement During a Project-Based Unit in Secondary Science. *Canadian Journal of Science Mathematics and Technology Education*, 19(3), 254-269.  
<https://doi.org/10.1007/s42330-019-00053-x>
- Skiba, D. J. (2017). Horizon Report: Knowledge Obsolescence, Artificial Intelligence, and Rethinking the Educator Role. *Nursing Education Perspectives*, 38(3), 165-167.  
<https://doi.org/10.1097/01.nep.00000000000000154>
- Sola-Martínez, T., Aznar-Díaz, I., Romero-Rodríguez, J. M., & Rodríguez-García, A.-M. (2019). Efficacy of the Flipped Classroom Method at the University: Meta-Analysis of Impact Scientific Production. *Reice-Revista Iberoamericana Sobre Calidad Eficacia Y Cambio En Educacion*, 17(1), 25-38.  
<https://doi.org/10.15366/reice2019.17.1.002>
- Song, Y. (2018). Improving primary students' collaborative problem solving competency in project-based science learning with productive failure instructional design in a seamless learning environment. *Etr&D-Educational Technology Research and Development*, 66(4), 979-1008. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9600-3>

- Spensberger, F., Kollar, I., Gambrill, E., Ghanem, C., & Pankofer, S. (2020). How to Teach Evidence-Based Practice in Social Work: A Systematic Review. *Research on Social Work Practice, 30*(1), 19-39. <https://doi.org/10.1177/1049731519852150>
- Spiteri, M., & Rundgren, S.-N. C. (2020). Literature Review on the Factors Affecting Primary Teachers' Use of Digital Technology. *Technology Knowledge and Learning, 25*(1), 115-128. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9376-x>
- Strakova, J., Simonova, J., & Greger, D. (2018). Improving mathematics results: does teachers' academic optimism matter? A study of lower secondary schools [Article]. *School Effectiveness and School Improvement, 29*(3), 446-463. <https://doi.org/10.1080/09243453.2018.1446449>
- Strelan, P., Osborn, A., & Palmer, E. (2020). Student satisfaction with courses and instructors in a flipped classroom: A meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning, 36*(3), 295-314. <https://doi.org/10.1111/jcal.12421>
- Susanti, N., Juandi, D., & Tamur, M. (2020). The effect of problem-based learning (PBL) model on mathematical communication skills of junior high school students—A meta-analysis study. *JTAM (Jurnal Teori Dan Aplikasi Matematika), 4*(2), 145-154.
- Sánchez Rodríguez, J., Ruiz Palmero, J., & Sánchez Vega, E. (2017). Flipped classroom. Keys for its implementation. *Edmetic, 6*(2), 337-358. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i2.5832>
- Sánchez-Matamoros, G., Fernández, C., & Llinares, S. (2019). Relationships among prospective secondary mathematics teachers' skills of attending, interpreting and responding to students' understanding. *Educational Studies in Mathematics, 100*(1), 83-99. <https://doi.org/10.1007/s10649-018-9855-y>

- Sánchez-Prieto, Huang, F., Olmos-Migueláñez, S., García-Penalvo, F., & Teo, T. (2019). Exploring the unknown: The effect of resistance to change and attachment on mobile adoption among secondary pre-service teachers. *British Journal of Educational Technology*, 50(5), 2433-2449. <https://doi.org/10.1111/bjet.12822>
- Sánchez-Prieto, Trujillo-Torres, J. M., Gómez-García, M., & Gómez-García, G. (2020). Gender and Digital Teaching Competence in Dual Vocational Education and Training. *Education Sciences*, 10(3), 84.
- Talbert, R. (2012). Inverted classroom. *Colleagues*, 9(1), 7.
- Talbert, R. (2014). Inverting the linear algebra classroom. *Primus*, 24(5), 361-374.
- Tanas, L., Winkowska-Nowak, K., & Pobiega, K. (2020). The Importance of Teachers' Need for Cognition in Their Use of Technology in Mathematics Instruction. *Frontiers in Psychology*, 11, Article 259. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00259>
- Tarazona Álvarez, B., & Bernabe Villodre, M. d. M. (2019). Rubrics to assess the influence of ICT in the teaching/learning process: case study in Secondary Education. *Aula De Encuentro*, 21(1), 85-104.
- Toledo, S. V., Martínez, A. R., Cosculluela, C. L., & Bandrés, S. C. (2018). Design Thinking como metodología auténtica y transformadora de la educación universitaria. Book of abstracts CIVINEDU 2018: 2nd International Virtual Conference on Educational Research and Innovation,
- Tondeur, J., Aesaert, K., Prestridge, S., & Consuegra, E. (2018). A multilevel analysis of what matters in the training of pre-service teacher's ICT competencies. *Computers & Education*, 122, 32-42. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.002>
- Tondeur, J., Scherer, R., Baran, E., Siddiq, F., Valtonen, T., & Sointu, E. (2019). Teacher educators as gatekeepers: Preparing the next generation of teachers for technology

- integration in education. *British Journal of Educational Technology*, 50(3), 1189-1209. <https://doi.org/10.1111/bjet.12748>
- Toropova, A., Myrberg, E., & Johansson, S. (2021). Teacher job satisfaction: the importance of school working conditions and teacher characteristics. *Educational Review*, 73(1), 71-97. <https://doi.org/10.1080/00131911.2019.1705247>
- Torres, J. M. T. (2015). Análisis del uso e integración de redes sociales colaborativas en comunidades de aprendizaje de la Universidad de Granada (España) y John Moores de Liverpool (Reino Unido) 1/Using and involvement analysis of social and collaborative network in learning communities of the University of Granada (Spain) and John Moores from Liverpool (United Kingdom). *Revista complutense de educación*, 26, 289-311.
- Tourón, J., Martín, D., Asencio, N., Pradas, S., & Íñigo, V. (2018). Validación de constructo de un instrumento para medir la competencia digital docente de los profesores (CDD)/Construct validation of a questionnaire to measure teachers' digital competence (TDC). *revista española de pedagogía*, 25-54.
- Trouche, L., Gitirana, V., Miyakawa, T., Pepin, B., & Wang, C. Y. (2019). Studying mathematics teachers interactions with curriculum materials through different lenses: Towards a deeper understanding of the processes at stake. *International Journal of Educational Research*, 93, 53-67. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2018.09.002>
- Trouche, L., Monaghan, J., & Borwein, J. M. (2016). *Didactics of Mathematics: Concepts, Roots, Interactions and Dynamics from France* (Vol. 110). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-02396-0\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-02396-0_10)

- Trouche, L., Rocha, K., Gueudet, G., & Pepin, B. (2020). Transition to digital resources as a critical process in teachers' trajectories: the case of Anna's documentation work. *Zdm-Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01164-8>
- Trujillo-Torres, J.-M., Hossein-Mohand, H., Gómez-García, M., Hossein-Mohand, H., & Cáceres-Reche, M.-P. (2020). Mathematics Teachers' Perceptions of the Introduction of ICT: The Relationship between Motivation and Use in the Teaching Function. *Mathematics*, 8(12), 2158.
- Tucker, B. (2012). The flipped classroom. *Education next*, 12(1), 82-83.
- Valadez, D., Betancourt, J., Flores-Bravo, J. F., Rodríguez-Naveiras, E., & Borges, A. (2020). y Evaluation of the Effects of Grouping High Capacity Students in Academic Achievement and Creativity. *Sustainability*, 12(11), Article 4513. <https://doi.org/10.3390/su12114513>
- Valdés, E. A., Mendieta, J. F. M., & Martínez, J. L. D. (2019). The Geogebra: A Technological Tool To Learn Mathematics In The Basic Secondary Making Mathematics. *Revista Conrado*, 15(70), 102-108.
- Vallés-Martínez, M. S., D'Ancona, Á. M., & Izquierdo-Escribano, A. (1999). Las encuestas sobre inmigración en España y en Europa. Tópicos, medios de comunicación y política migratoria. *Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Observatorio Permanente de la Inmigración, Madrid. Vinclé (2002): Informe sobre els gitanos romanesos a Barcelona. Inédito.*
- Van Der Merwe, A., & Schoonwinkel, A. (2018, 2018 Jul 02-04). Higher Education Access With Success Through Hybrid Learning Opportunities: Expanding the Reach and Richness of the Stellenbosch University Academic Offering. *EDULEARN Proceedings* [Edulearn18: 10th international conference on

- education and new learning technologies]. 10th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN), Palma, SPAIN.
- Vanbecelaere, S., Van den Berghe, K., Cornillie, F., Sasanguie, D., Reynvoet, B., & Depaepe, F. (2020). The effects of two digital educational games on cognitive and non-cognitive math and reading outcomes. *Computers & Education*, *143*, Article Unsp 103680. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103680>
- Varela-Ordorica, S. A., & Valenzuela-González, J. R. (2020). Use of Information and Communication Technologies as a Transversal Competence in Teacher Training. *Revista Electrónica Educare*, *24*(1), 172-191. <https://doi.org/10.15359/ree.24-1.10>
- Vergara, D., Fernández, M. L., & Lorenzo, M. (2019). Enhancing Student Motivation in Secondary School Mathematics Courses: A Methodological Approach. *Education Sciences*, *9*(2), Article 83. <https://doi.org/10.3390/educsci9020083>
- Vergara, D., Paredes-Velasco, M., Chivite, C., & Fernández-Arias, P. (2020). The Challenge of Increasing the Effectiveness of Learning by Using Active Methodologies. *Sustainability*, *12*(20), Article 8702. <https://doi.org/10.3390/su12208702>
- Vergnaud, G. (2013). Why the theory of conceptual fields? *Infancia Y Aprendizaje*, *36*(2), 131-161. <https://doi.org/10.1174/021037013806196283>
- Verschaffel, L., Depaepe, F., & Mevarech, Z. (2019). Learning Mathematics in Metacognitively Oriented ICT-Based Learning Environments: A Systematic Review of the Literature. *Education Research International*, *2019*, Article 3402035. <https://doi.org/10.1155/2019/3402035>
- Vos, P. (2018). "How Real People Really Need Mathematics in the Real World"Authenticity in Mathematics Education [Editorial Material]. *Education Sciences*, *8*(4), 14, Article 195. <https://doi.org/10.3390/educsci8040195>



- Walsh, R., & Guerin, A. (2019). A framework and rubric for guiding the training of mathematics tutors in third-level education. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 50(3), 390-420.  
<https://doi.org/10.1080/0020739x.2018.1507052>
- Wang, & Li, B. (2019). Technostress Among University Teachers in Higher Education: A Study Using Multidimensional Person-Environment Misfit Theory. *Frontiers in Psychology*, 10, Article 1791. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01791>
- Wang, Tan, S. C., & Li, L. (2020). Measuring university students' technostress in technology-enhanced learning: Scale development and validation. *Australasian Journal of Educational Technology*, 36(4), 96-112. <https://doi.org/10.14742/ajet.5329>
- Wang, X., & Dostal, J. (2017). An Analysis of the Integration of ICT in Education From the Perspective of Teachers' Attitudes. In L. G. Chova, A. L. Martinez, & I. C. Torres (Eds.), *9th International Conference on Education and New Learning Technologies* (pp. 8156-8162).
- Wei, X., Cheng, I. L., Chen, N.-S., Yang, X., Liu, Y., Dong, Y., . . . Kinshuk. (2020). Effect of the flipped classroom on the mathematics performance of middle school students. *Etr&D-Educational Technology Research and Development*.  
<https://doi.org/10.1007/s11423-020-09752-x>
- Weinhandl, R., Lavicza, Z., & Houghton, T. (2020). Designing Online Learning Environments for Flipped Approaches in Professional Mathematics Teacher Development. *Journal of Information Technology Education-Research*, 19, 315-337.  
<https://doi.org/10.28945/4573>
- Wilkie, K. J., & Tan, H. (2019). Exploring mathematics teacher leaders' attributions and actions in influencing senior secondary students' mathematics subject enrolments.

- Mathematics Education Research Journal*, 31(4), 441-464.  
<https://doi.org/10.1007/s13394-019-00264-3>
- Xuan, X., Xue, Y., Zhang, C., Luo, Y., Jiang, W., Qi, M., & Wang, Y. (2019). Relationship among school socioeconomic status, teacher-student relationship, and middle school students' academic achievement in China: Using the multilevel mediation model. *Plos One*, 14(3), Article e0213783. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213783>
- Yang, S. C., Hung, W. C., Sung, K., & Farn, C. K. (2006). Investigating initial trust toward e-tailers from the elaboration likelihood model perspective. *Psychology & Marketing*, 23(5), 429-445.
- Yee, T. W. (2004). Quantile regression via vector generalized additive models. *Statistics in Medicine*, 23(14), 2295-2315.
- Yeo, I. K., & Johnson, R. A. (2000). A new family of power transformations to improve normality or symmetry. *Biometrika*, 87(4), 954-959.
- Zahorec, J., Nagyova, A., & Haskova, A. (2019). Teachers' Attitudes to Incorporation Digital Means in Teaching Process in Relation to the Subjects they Teach. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 9(4), 101-120.  
<https://doi.org/10.3991/ijep.v9i4.11064>
- Zainuddin, Z., Chu, S. K. W., Shujahat, M., & Perera, C. J. (2020). The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review of empirical evidence. *Educational Research Review*, 30, Article 100326.  
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100326>
- Zakaryan, D., Estrella, S., Espinoza-Vasquez, G., Morales, S., Olfos, R., Flores-Medrano, E., & Carrillo, J. (2018). Connections between knowledge of mathematics teaching and knowledge of features of learning mathematics: the case of a high-school teacher

- [Article]. *Ensenanza De Las Ciencias*, 36(2), 105-123.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2260>
- Zbiek, R. M. (2018). Contemporary Framing of Technology in Mathematics Teaching. In M. E. Strutchens, R. Huang, D. Potari, & L. Losano (Eds.), *Educating Prospective Secondary Mathematics Teachers: Knowledge, Identity, and Pedagogical Practices* (pp. 109-124). Springer International Publishing Ag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-91059-8\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-91059-8_7)
- Zee, M., & Koomen, H. M. Y. (2016). Teacher Self-Efficacy and Its Effects on Classroom Processes, Student Academic Adjustment, and Teacher Well-Being: A Synthesis of 40 Years of Research. *Review of Educational Research*, 86(4), 981-1015.  
<https://doi.org/10.3102/0034654315626801>
- Zimmerling, E., Hoellig, C. E., Sandner, P. G., & Welp, I. M. (2019). Exploring the influence of common game elements on ideation output and motivation. *Journal of Business Research*, 94, 302-312. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.02.030>
- Zumbach, J., Rammerstorfer, L., & Deibl, I. (2020). Cognitive and metacognitive support in learning with a serious game about demographic change. *Computers in Human Behavior*, 103, 120-129. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.09.026>
- Álvarez-Rodríguez, M., Bellido-Márquez, M. d. C., & Atencia-Barrero, P. (2019). Teaching through ICT in Obligatory Secondary Education. Analysis of online teaching tools. *Red-Revista De Educacion a Distancia*(59), Article 5.  
<https://doi.org/10.6018/red/59/05>
- Ávila, C. M. V., & Borges, A. L. A. (2019). The Process of Teaching-Learning of The Didactics of the Mathematics from the Science, Technology and Society Approach. *Revista Conrado*, 15(68), 259-262.

# Anexos

## Anexo 1. Autorización del Director Provincial del MEyFP de Melilla

**Figura 18.**

### Autorización del Director Provincial del MEyFP de Melilla

Código seguro de Verificación : GEISER-1d59-76b7-3b09-47f8-9d52-d70c-39bd-5e71 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : <https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

Código seguro de Verificación : GEN-4306-aeb2-1613-a50e-ad56-6587-0d10-7596 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : <https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm>



**MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y  
FORMACIÓN PROFESIONAL**

SECRETARÍA DE ESTADO DE EDUCACIÓN  
Y FORMACIÓN PROFESIONAL

DIRECCIÓN GENERAL DE EVALUACIÓN Y  
COOPERACIÓN TERRITORIAL

DIRECCIÓN PROVINCIAL DE MELILLA

Referencia: UPE

Asunto : Resolución solicitud de autorización para pasar  
una encuesta al profesorado de los IES de la Ciudad

Fecha: 15/05/19

En contestación a la solicitud de autorización para acceder a los centros educativos de Melilla para pasar un cuestionario al profesorado de matemáticas de los IES de la Ciudad Autónoma de Melilla, y a la dirección de los mismos, presentada en esta Dirección Provincial con fecha 11 de abril de 2019 y número de registro de entrada 20183023, le comunico que:

Esta Dirección Provincial ha considerado AUTORIZAR la realización, vía online, de dicho cuestionario. A partir de este momento, puede contactar con la dirección de los IES para concretar todos aquellos aspectos que sean necesarios para el normal desarrollo de la actividad solicitada

Melilla, 15 de mayo de 2019

Firmado digitalmente por D. Juan Ángel Berbel Galera,

Director Provincial del MEyFP en Melilla

**D. HOSSEIN HOSSEIN MOHAND**

**C/ LA COMETA, 13**

**52005, MELILLA**

CSV : GEN-4306-aeb2-1613-a50e-ad56-6587-0d10-7596

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN : <https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm>

FIRMANTE(1) : JUAN ANGEL BERBEL GALERA | FECHA : 15/05/2019 15:14 | Sin acción específica



ÁMBITO - PREFIJO	CSV	FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO
GEISER	GEISER-1d59-76b7-3b09-47f8-9d52-d70c-39bd-5e71	16/05/2019 09:12:22 Horario peninsular
Nº registro	DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN	Validez del documento
EA0022075s19N0002105	<a href="https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida">https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida</a>	Original



GEISER-1d59-76b7-3b09-47f8-9d52-d70c-39bd-5e71

**Anexo 2. Cuestionario de investigación**

**Percepciones del profesorado en el proceso de Enseñanza de las  
Matemáticas con implementación de las TIC**

*Departamento de Pedagogía.  
Universidad Autónoma de Madrid*

Estimado/a compañero/a:

Estamos realizando un estudio amplio para analizar el uso y dominio de las TIC y el proceso de enseñanza aprendizaje en matemáticas. Para ello, hemos considerado oportuno centrar el estudio en el alumnado de secundaria y bachiller y en los profesores de matemáticas de Melilla.

Para tener una visión realista y amplia, quisiera pedir tu colaboración, aportando tu visión y opinión de gran importancia para el presente estudio. Los resultados obtenidos serán fundamentales para valorar la influencia de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, la relación que tiene el profesorado con su entorno educativo y los hábitos de consumo tecnológico. También evaluaremos otros aspectos relacionados con los recursos metodológicos, tecnológicos, su acceso y su influencia en tus hábitos cotidianos.

Este cuestionario será totalmente anónimo, en consecuencia te agradeceríamos que respondas a todas las cuestiones de forma reflexiva y sincera. No existen contestaciones correctas o incorrectas, ya que lo único que nos interesa es conocer tu opinión personal.

**Instrucciones**

- El cuestionario es totalmente anónimo. No debes poner el nombre.
- Marca la respuesta que mejor se adecua a tu realidad personal.
- No olvides contestar todas las preguntas que se te plantean.

**¡GRACIAS POR TU COLABORACIÓN!**

## A. Datos personales y académicos del profesorado

(Marque con una (X) la casilla que corresponda en cada caso)

A.1. Centro Educativo \_\_\_\_\_

A.2. Género H  hombre       mujer

A.3. Edad:

Menos de 30 años	
Entre 31 y 40 años	
Entre 41 y 50 años	
Entre 51 y 60 años	
Más de 61 años	

A.4. Titulación académica:

CC Matemáticas	
CC Físicas	
CC Químicas	
Ingeniería Superior	
Ingeniería Técnica	
Economía	
Informática	
Magisterio	

A.5. Otras titulaciones

Curso de Experto	
Máster	
Doctorado	

A.6. Idiomas y Nivel:

	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Inglés						
Francés						
Alemán						
Árabe						
Otros						

A.7. Años de Experiencia docente:

Menos de 1 año	
Entre 2 y 5 años	
Entre 6 y 10 años	
Entre 11 y 20 años	
Más de 21 años	

A.8. Tipo de contrato :

Funcionario con Plaza	
Funcionario en prácticas	
Interino (Vacante)	
Interino (Sustituciones puntuales)	

## B. Conocer los recursos y estrategias metodológicas del profesorado en la enseñanza de las matemáticas

• (Señale con una X, eligiendo una de las cuatro opciones propuestas en la siguiente escala)

### Bloques B1 METODOLOGÍA

**Señale con una X: 1 (Nada), 2 (Algo), 3 (Bastante), 4 (Mucho)**

**1 2 3 4**

- |   |                          |                          |                          |                          |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. ¿Usas o has usado alguna vez flipped learning como metodología activa en el aula?                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. ¿Usas o has usado alguna vez aprendizaje basado en proyectos como metodología activa en el aula? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. ¿Usas o has usado alguna vez gamificación como metodología activa en el aula?                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. ¿Usas o has usado alguna vez aprendizaje – servicio como metodología activa en el aula?          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. ¿Usas o has usado alguna vez aprendizaje basado en problemas como metodología activa en el aula? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. ¿Usas o has usado alguna vez design thinking como metodología activa en el aula?                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. ¿Usas o has usado alguna vez aprendizaje cooperativo como metodología activa en el aula?         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. ¿Usas o has usado alguna vez otras metodologías activas en el aula?                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### Bloques B2- B3 PRÁCTICA DOCENTE Y RATIO

**Señale con una X: 1 (Nada), 2 (Algo), 3 (Bastante), 4 (Mucho)**

**1 2 3 4**

- |  |                          |                          |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 9. Adapto mi docencia a lo que el alumno entiende en cada momento  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. Soy consciente de los aciertos y errores más comunes del alumnado  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 11. Utilizo una amplia variedad de enfoques docentes en el entorno del aula  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 12. Evalúo el aprendizaje del alumnado de diferentes maneras   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 13. Sé cómo organizar y mantener la dinámica en el aula  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 14. Selecciono enfoques docentes de manera eficaz para guiar el pensamiento y el aprendizaje del alumnado en matemáticas | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 15. Considero que son mejorables mis técnicas metodológicas  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |



**Señale con una X: 1 (Ninguna), 2 (Menos de 2 horas), 3 (Entre 2 y 4 horas),**

**4 (Más de 4 horas)**

**1 2 3 4**

16. ¿Cuántas horas semanales dedicas a la preparación de tus clases?

**Señale con una X: 1 (Entre 20 y 25), 2 (Entre 26 y 30), 3 (Entre 31 y 35),**

**4 (Más de 35)**

**1 2 3 4**

17. ¿Cuántas horas semanales dedicas a la preparación de tus clases?

**Señale con una X: 1 (Nada), 2 (Algo), 3 (Bastante), 4 (Mucho)**

**1 2 3 4**

18. La ratio más elevada de mis clases de matemáticas

19. Una ratio elevada en el aula, dificulta mi práctica docente

20. Una ratio elevada en el aula, dificulta el uso de herramientas TIC en el aula

21. Una ratio elevada en el aula, dificulta la creación de grupos de trabajo eficientes

## C. Evaluar los usos y recursos TIC en el entorno del profesorado en los IES de Melilla.

### Bloque C1 FORMACIÓN

**Señale con una X: 1 (Nada), 2 (Algo), 3 (Bastante), 4 (Mucho)**

**1 2 3 4**

22. Considero indispensable la formación en TIC para uso personal

23. Considero indispensable la formación en TIC para mejorar mi curriculum

24. Considero indispensable la formación en TIC para la práctica docente

25. Considero necesario el dominio del inglés para el aprendizaje de las TIC
26. Considero necesario el dominio del inglés para un uso adecuado de las TIC

**Señale con una X: 1 (No tengo), 2 (Creación contenidos), 3 (Creación páginas web), 4 (Paquete Office)**

27. ¿Qué formación en TIC has recibido?

### Bloques C2- C3 RECURSOS TIC Y DOCENCIA

**Señale con una X: 1 (Nada), 2 (Algo), 3 (Bastante), 4 (Mucho)**

- |   | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 28. Conozco tecnologías que puedo usar para comprender y elaborar contenidos sobre matemáticas  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 29. Selecciono tecnologías que mejoran los enfoques docentes para una lección   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 30. Selecciono tecnologías que mejoran el aprendizaje del alumnado en una lección   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 31. Puedo impartir lecciones que combinan adecuadamente matemáticas, tecnologías y enfoques docentes  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 32. Selecciono tecnologías para usar en el aula que mejoran los contenidos que imparto, la forma de impartirlos y lo que aprende el alumnado.       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 33. Uso en los materiales docentes para el aula, estrategias que combinan contenidos, tecnologías y enfoques docentes sobre los cuales he aprendido | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 34. Tengo en cuenta en los criterios de calificación, el uso de las TIC   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 35. Uso herramientas digitales para realizar la evaluación, tutoría y/o seguimiento del alumnado  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 36. Considero que mi centro educativo dispone de los recursos TIC suficientes para mi trabajo diario  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 37. Considero que en mi casa dispongo de los recursos TIC suficientes para mi trabajo diario  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 38. Considero que en mi casa dispongo de los recursos TIC suficientes para mi trabajo diario  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**Señale con una X: 1 (No sé que significa, no tenemos), 2 (Poco), 3 (Bastante),**

**4 (Mucho)**

**1 2 3 4**

39. Valoro positivamente la función del coordinador TIC del Centro
40. Valoro positivamente la función del coordinador TAC del Centro

**Señale con una X: 1 (Ninguna), 2 (Menos de 2 horas), 3 (Entre 2 y 4 horas),**

**1 2 3 4**

**4 (Más de 4 horas)**

41. ¿Cuántas horas semanales dedicas a la preparación de contenidos digitales para tus clases de matemáticas?

Bloques C4- C5 MOTIVACIÓN, COMUNICACIÓN Y COLABORACIÓN

**Señale con una X: 1 (Nada), 2 (Algo), 3 (Bastante), 4 (Mucho)**

**1 2 3 4**

42. Me motiva el uso de las TIC en el aula porque facilita mi labor docente
43. Me motiva el uso de las TIC en el aula porque simplifica mi trabajo (preparación de contenidos, exámenes,...)
44. Me motiva el uso de las TIC en el aula por los puntos de baremación (oposición, concurso de traslado...)
45. Me motiva el uso de las TIC en el aula porque mejora los resultados académicos del alumnado
46. Participo en foros y chat de contenido matemático
47. Uso herramientas para la comunicación en línea con agentes de la comunidad educativa: foros, mensajería instantánea, chats...
48. Uso Blogs y wikis para desarrollar plataformas de aprendizaje en línea para el alumnado.
49. Comparto información y contenidos educativos en redes sociales y comunidades y espacios en línea en función de los destinatarios.
50. En el departamento, trabajamos en grupo para desarrollar contenidos y estrategias para la docencia con las TIC
51. Participo en proyectos de centro colaborativos relacionados con las tecnologías digitales.

**Señale con una X: 1 (Espacios Nube), 2 (Correos electrónicos), 3 (Chats),**

**4 (Redes Sociales)****1 2 3 4**

52. El medio que más uso para compartir información académica con mis compañeros es
53. El medio que más uso para compartir información académica con mi alumnado de matemáticas es

Bloques C6- C7 TAREAS Y PERCEPCIÓN DE LAS TIC**Señale con una X: 1 (Nada), 2 (Algo), 3 (Bastante), 4 (Mucho)****1 2 3 4**

54. Planifico actividades, tareas o proyectos para que lo haga el alumnado en el aula, usando los recursos TIC
55. Planifico actividades, tareas o proyectos para que lo haga el alumnado en casa, usando los recursos TIC
56. Respecto del efecto didáctico de las TIC, pienso que el alumnado presta más atención
57. Respecto del efecto didáctico de las TIC, pienso que el alumnado aprende más
58. Respecto del efecto didáctico de las TIC, pienso que el alumnado trabaja más
59. Respecto del efecto didáctico de las TIC, pienso que motiva el aprendizaje del alumnado
60. Respecto del efecto didáctico de las TIC, pienso que mejora el rendimiento del alumnado

**D. Analizar los usos, dominios y recursos TIC del profesorado.**Bloques D1- D2 RECURSOS, INICIOS Y USOS TIC**Señale con una X: 1 (Ninguno), 2 (1 o 2), 3 (3 o 4), 4 (Más de 4)****1 2 3 4**

61. ¿Cuántos routers (Wifi) hay en tu casa?
62. ¿Cuántos televisores con conexión a internet (Smart tv) hay en tu casa?
63. ¿Cuántos videojuegos, consolas,... hay en tu casa?
64. ¿Cuántos teléfonos móviles hay en tu casa?

65. ¿Cuántos ordenadores fijos ó de mesa hay en tu casa?

66. ¿Cuántos ordenadores portátiles hay en tu casa?

67. ¿Cuántas tablets hay en tu casa?

**Señale con una X: 1 (Nunca), 2 (De 1 a 3 años), 3 (De 3 a 7 años),  
 4 (Más de 7 años)**

**1 2 3 4**

68. ¿Desde cuándo hace que usas el móvil?

69. ¿Desde cuándo hace que usas el ordenador?

70. ¿Desde cuándo hace que usas la tablet?

71. ¿Desde cuándo hace que usas el televisor con conexión a internet (Smart tv)?

72. ¿Desde cuándo hace que usas los videojuegos / las consolas,...?

Bloques D3- D4 RECURSOS TIC EN EL AULA Y EN CASA

**Señale con una X: 1 (Nada), 2 (Algo), 3 (Bastante), 4 (Mucho)**

**1 2 3 4**

73. Suelas utilizar los recursos TIC que hay en el aula (Proyectores, pizarra digital, ..) para dar clases

74. Uso las herramientas o software de la Pizarra Digital Interactiva para impartir clases de matemáticas

75. Uso los entornos virtuales de aprendizaje (Moodle, Webct...) para impartir clases de matemáticas

76. Uso las plataformas educativas (Factoría del Tutor, Wepack...) para impartir clases de matemáticas

77. Uso software educativo de autor (Cuadernia, Edilim, Jclíc, Hot Potatoes...) para impartir clases de matemáticas

78. En clase usamos ordenadores, portátiles, tablets,... para aprender o repasar matemáticas

79. ¿Usas los recursos tecnológicos que tienes en casa para preparar las clases de matemáticas?

80. ¿En casa usas ordenador, tablet o móvil para preparar las clases de matemáticas?

81. ¿En casa usas las redes sociales (Facebook, Instagram,...) para preparar las clases de matemáticas?

82. ¿En casa usas el chat ( Wasap, Messenger,...) para preparar las clases de matemáticas?

**Señale con una X: 1 (Falta de medios), 2 (No sé usarlos),**

**3 (No son necesarios), 4 (Aparatos antiguos o lentos)**

**1 2 3 4**

83. En el aula, ¿Por qué no usas las herramientas TIC para preparar las clases?

84. En casa, ¿Por qué no usas las herramientas TIC para preparar las clases?

### Bloques D5- D7 DOMINIO Y CONSUMO RECURSOS TIC

**Señale con una X: 1 (Nada), 2 (Algo), 3 (Bastante), 4 (Mucho)**

**1 2 3 4**

85. Sé resolver mis problemas técnicos.

86. Asimilo conocimientos tecnológicos fácilmente.

87. Me formo y actualizo en competencia digital (Me mantengo al día de las nuevas tecnologías importantes)

88. Conozco muchas tecnologías diferentes.

89. Tengo los conocimientos técnicos que necesito para usar la tecnología

**Señale con una X: 1 (Ninguna), 2 (1-2 horas), 3 (3-4 horas), 4 (Más de 4 horas)**

**1 2 3 4**

90. De lunes a jueves, ¿Cuántas horas dedicas cada día a los chats ( Whatsapp, messenger, telegram,...) ?

91. De lunes a jueves, ¿Cuántas horas dedicas cada día a los redes sociales, (Instagram, Snapchat,Facebook,...)?

92. De lunes a jueves, ¿Cuántas horas dedicas cada día a ver videos de internet (YouTube, Vimeo,...)?

93. De lunes a jueves, ¿Cuántas horas dedicas cada día a ver la televisión?

94. De lunes a jueves, ¿Cuántas horas dedicas cada día a jugar con los videojuegos, las consolas,...?

95. De lunes a jueves, ¿Cuántas horas dedicas cada día a buscar por internet material sólo para estudiar o hacer trabajos de clase?

**Señale con una X: 1 (Menos de 1 hora), 2 (De 1 a 3 horas), 3 (De 4 a 7 horas),**

**4 (Más de 7 horas)**

**1 2 3 4**

- |  |                          |                          |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 96. Los viernes, sábados y domingos, ¿Cuántas horas dedicas cada día a los chats (Whatsapp, messenger, telegram,...) ?                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 97. Los viernes, sábados y domingos, ¿Cuántas horas dedicas cada día a las redes sociales, (Instagram, Snapchat, Facebook,...)?                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 98. Los viernes, sábados y domingos, ¿Cuántas horas dedicas cada día a ver videos de internet (YouTube, Vimeo,...)?                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 99. Los viernes, sábados y domingos, ¿Cuántas horas dedicas cada día a ver la televisión?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 100. Los viernes, sábados y domingos, ¿Cuántas horas dedicas cada día a jugar con los videojuegos, las consolas,...?                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 101. Los viernes, sábados y domingos, ¿Cuántas horas dedicas cada día a buscar por internet material sólo para estudiar o hacer trabajos de clase? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**E. Evaluar las percepciones que tiene el profesorado de las TIC y su influencia en las relaciones sociales .**

Bloques E1-E3 MULTICULTURALIDAD, IGUALDAD E INTERCULTURALIDAD

**Señale con una X: 1 (Nada), 2 (Algo), 3 (Bastante), 4 (Mucho)**

**1 2 3 4**

- |   |                          |                          |                          |                          |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 102. ¿Crees que utilizando las TIC te ayudan a conocer y respetar otras culturas ?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 103. ¿Crees que utilizando las TIC te ayudan a entender y aceptar otras opiniones ? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 104. ¿A quien crees que beneficia más el uso de las TIC?                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 105. ¿Quién crees que usa y se forma más en las TIC?                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 106. Dentro de tu ciudad, ¿Te comunicas con personas de otras culturas/religiones ? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 107. Fuera de tu ciudad, ¿Te comunicas con personas de otras culturas/religiones ?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**MUCHAS GRACIAS POR TU COLABORACIÓN**

# Anexo 3. Artículos



**ARTÍCULO N°1**

**“The Training and Use of ICT in Teaching Perceptions of Melilla’s (Spain)  
Mathematics Teachers”**

[https://doi.org:10.3390/math8101641](https://doi.org/10.3390/math8101641)

**Publicado:**

Revista Científica “*Mathematics*”

**Factor de Impacto:**

JCR 2.258 – Q1/T1.

**Categoría:**

ENVIROME MATHEMATICS-SCIE (24/330).

**Fecha de publicación:**

23/09/2020, Volume 8, Issue 10, 1641.



**Autores:**

- Dr. Melchor Gómez García. Universidad Autónoma de Madrid.
- D. Hossein Hossein Mohand. Universidad Autónoma de Madrid.
- Dr. Juan Manuel Trujillo Torres. Universidad de Granada.
- D. Hassan Hossein Mohand. Universidad Autónoma de Madrid.

## Resumen Artículo nº1

Los beneficios del empleo de las tecnologías con fines educativos han sido respaldados por numerosas investigaciones en las últimas décadas. Además, la tecnología aporta herramientas para la formación en línea y las soluciones móviles de enseñanza escalables, desarrollándose de forma exponencial al incorporar metodologías activas compatibles y recursos digitales. El uso de las TIC por parte del docente de Matemáticas implica una actitud positiva frente a la tecnología y el empleo de metodologías de enseñanza compatibles para implementarlas dentro y fuera del aula. Asimismo, el uso adecuado de la tecnología simplifica de forma significativa las tareas y favorece el trabajo colaborativo entre el profesorado de matemáticas, motiva el aprendizaje de los estudiantes y se observan efectos positivos en su rendimiento académico. Sin embargo, existen dudas de su uso adecuado por parte del profesorado de Matemáticas, justificado por las reticencias iniciales y la falta de formación específica.

El presente documento aborda la influencia de la percepción por parte de los docentes de Matemáticas de la C.A. de Melilla, sobre la formación y usos de las TIC. En este contexto, se realiza el presente estudio donde se evalúa las relaciones entre algunas de las variables de las dimensiones “Matemáticas y Práctica Docente”, “TIC en el Entorno del Profesorado” y “Usos, Recursos y Dominio de las TIC”.

La originalidad del estudio radica en el análisis de las variables seleccionadas, para examinar la relevancia de estas desde una perspectiva diferente. Otro aspecto novedoso, es la determinación del perfil del profesorado de Matemáticas a través de sus percepciones,

clasificarlo por clústeres y evaluar diferencias en función del género, la edad y la experiencia docente.

Tabla 19



## Resumen Metodología y Objetivos del Artículo nº 1

<b>Título 1:</b> The Training and Use of ICT in Teaching Perceptions of Melilla's (Spain) Mathematics Teachers.		
<b>Publicado en:</b> Mathematics 2020, Volume 8, Issue 10, 1641		
<b>Mathematics</b> (Factor de Impacto JCR 2.258, categoría MATHEMATICS-SCIE (28/81); Q1/T1).		
<b>Población:</b> Docentes de Matemáticas de la C. A. de Melilla (N=73 docentes, 34.25% mujeres).		
<b>Muestra:</b> n= 61.34.42% mujeres. (<30 años (8.20%); 31-40 años (26.23%); 41-50 años (40.98%); 51 -60 años (13.11%) >61 años (11.48%).		
<b>Metodología:</b> Cuasi experimental sin prepost y sin grupo de control		
<b>Diseño:</b> estudio observacional de corte cuantitativo con carácter descriptivo		
Dimensiones	Indicadores	Variables
B. "Matemáticas y Práctica Docente"	B.2 Práctica Docente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.23-VED Utilizo una amplia variedad de enfoques docentes en el entorno del aula.</li> <li>• B.26-EDP Selecciono enfoques docentes de manera eficaz para guiar el pensamiento y el aprendizaje del alumnado en Matemáticas.</li> <li>• B.27-MTM Considero que son mejorables mis técnicas metodológicas.</li> </ul>
C. "TIC en el Entorno del Profesorado"	C.1 Formación en TIC  C.2 TIC y Docencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C.11-FTP Considero indispensable la formación en TIC para uso personal.</li> <li>• C.12-FTC Considero indispensable la formación en TIC para mejorar mi curriculum.</li> <li>• C.13-FTD Considero indispensable la formación en TIC para el DPD.</li> <li>• C.15-DIU Considero necesario el dominio del inglés para un uso adecuado de las TIC.</li> <li>• C.22-TED Selecciono tecnologías que mejoran los enfoques docentes para una lección.</li> <li>• C.24-LTD Puedo impartir lecciones que combinan adecuadamente Matemáticas, tecnologías y enfoques docentes.</li> <li>• C.25-TMC Selecciono tecnologías para usar en el aula que mejoran la exposición de los contenidos que imparto.</li> <li>• C.26-MDE Uso en los materiales docentes para el aula, estrategias que combinan contenidos, tecnologías y enfoques docentes sobre los cuales he aprendido.</li> </ul>
D. "Usos, Recursos y Dominio de las TIC"	D.3 TIC en el Aula	<ul style="list-style-type: none"> <li>• D.31-UTA Suelas utilizar los recursos TIC que hay en el aula (Proyectores, pizarra digital...) para dar clases.</li> <li>• D.32-PDI Uso las herramientas o software de la Pizarra Digital Interactiva para impartir clases de Matemáticas.</li> <li>• D.33-EVA Uso los entornos virtuales de aprendizaje (Moodle, Webct...) para impartir clases de Matemáticas.</li> <li>• D.34-PEM Uso las plataformas educativas (Factoría del Tutor, Wepack...) para impartir clases de Matemáticas.</li> <li>• D.35-SEA Uso software educativo de autor (Cuadernia, Edilim, Jelic...) para impartir clases de Matemáticas.</li> <li>• D.36-OPT En clase usamos ordenadores, portátiles, tablets... para aprender o repasar Matemáticas.</li> </ul>
<b>Procedimiento:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correlograma. Matriz de correlaciones lineales. Análisis de Componentes Principales (PCA).</li> <li>• Criterio de Kaiser-Guttman.</li> <li>• Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS).</li> <li>• Criterio broken-stick.</li> <li>• PCA-Biplot. Identificación de sujetos.</li> </ul>
<b>Objetivo general:</b> Analizar la competencia digital del profesorado a través		<b>Objetivos específicos:</b>

de sus percepciones sobre la formación, el uso y el dominio de las TIC en general.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Examinar los ítems más relevantes de las dimensiones “B. Matemáticas y Práctica Docente”, “C. TIC en el Entorno del Profesorado” y “D. Usos, Recursos y Dominio de las TIC”.</li><li>• Estimar la relación entre los docentes de forma individualizada y por clústeres.</li><li>• Analizar la incidencia de las variables edad, experiencia docente y género en las variables tecnológicas.</li></ul>
--	---

Article

# The Training and Use of ICT in Teaching Perceptions of Melilla's (Spain) Mathematics Teachers

Melchor Gómez-García <sup>1</sup>, Hossein Hossein-Mohand <sup>1,\*</sup>, Juan Manuel Trujillo-Torres <sup>2</sup> and Hassan Hossein-Mohand <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Pedagogy, Faculty of Teacher Training and Education, Universidad Autónoma de Madrid (UAM), 28049 Madrid, Spain; melchor.gomez@uam.es (M.G.-G.); hassan.hossein@estudiante.uam.es (H.H.-M.)

<sup>2</sup> Department of Didactics and School Organization, Faculty of Educational Sciences, Universidad de Granada (UGR), 18071 Granada, Spain; jttorres@ugr.es

\* Correspondence: hossein.hossein@estudiante.uam.es

Received: 30 August 2020; Accepted: 21 September 2020; Published: 23 September 2020



**Abstract:** Currently, information and communication technology (ICT) has acquired an important role in education. The incorporation of ICT by mathematics teachers has been a challenge as it requires an improvement in their knowledge of the use of new technologies. We aimed to examine the most relevant items of the indicators related to teaching mathematics and ICT, to estimate the relationships between teachers individually and by clusters, and to analyze the incidence of age variables, teaching experience, and gender in this study. A total of 73 high school teachers were included in this cross-sectional study. A validated questionnaire was used to assess mathematics and teaching practice, use, resources, and domain of ICT. Principal component analysis (PCA) was applied to determine the associations among variables of the present study. The application of ICT to teaching was associated with the use of ICT resources in the classroom and indicated that teachers made more choice in selecting a variety of software than electing different hardware devices. Teachers combined technology with educational platforms to improve student learning in mathematics. The general perception of mathematics teachers about their digital competence does not match with models employed in the classroom. Gender was not an influencing factor.

**Keywords:** information and communication technology (ICT); mathematics; educational innovation; teacher resources; teachers' professional development

## 1. Introduction

The benefits of using information and communication technology (ICT) for educational purposes have been supported by numerous studies in recent decades [1,2]. ICT provides tools for online training and scalable, student-adapted mobile teaching solutions [3]. In addition, integration of ICT into teaching has developed exponentially with the incorporation of methodologies and digital resources [4]. In this sense, the educational policies of developed countries consider digital competence in education to be essential, and therefore invest in training, technological resources for the classroom [5,6], and sustainable educational models with technologies [7].

The use of ICT by mathematics teachers implies a positive attitude toward technology and the use of compatible teaching methodologies for its implementation in and out of the classroom [8]. In addition, the proper use of technology significantly simplifies tasks, promotes collaborative work [9], and motivates the learning of students [10,11]. The positive effects of ICT are observed in students' academic performance [12,13]. There are doubts surrounding its proper use by teachers as a result of initial reluctance and lack of specific training [14,15].

It is reasonable to evaluate how mathematics teachers perceive the training and use of ICT [16,17]. In this context, this study was performed to evaluate the relationships among some of the variables of the dimensions “mathematics and teaching practice”, “ICT in the teacher environment”, and “uses, resources, and ICT mastery”. We analyzed the variables of these dimensions to examine their relevance from different perspectives. We also estimated the profiles of teachers according to their perceptions, classified them into clusters, and evaluated their differences based on gender, age, and teaching experience.

### 1.1. The Teaching of Mathematics

In addition to its ability to strengthen abstract thinking, mathematics is important because it plays a role in the development of all areas of knowledge and the modernization of society. In fact, all children are educated to acquire mathematical competence because it is considered to be a discriminating element in their future academic paths [18]. The ability to transmit knowledge of formalisms and mathematical logic to students facilitates their ability to effectively learn such concepts [19]. In this sense, it is essential to provide initial and continuous training to teachers and also provide them with tools and resources related to the didactics of mathematics [20]. In studying the didactic of mathematics, Vergnaud et al. (2013) highlighted the importance of the conceptual component of schematics for mathematical learning and the resolution of a problem as a source and criterion of mathematical knowledge. According to Brousseau et al. (1986), real or imaginary situations could serve as active methods of learning for the teaching of mathematics.

The didactic of mathematics emerged in France in the 1970s as an approach to investigating the pedagogical aspects of mathematical problems in the educational environment. Didactic is defined by Chevallard “as the science of the dissemination of knowledge in any social group, such as a class of students, the society in general, etc.”, and it focuses on the elements of local or global praxeologies [21]. According to Chevallard, praxeology consists of several sets of tasks, techniques (to perform these tasks), technologies, and a theory that justifies these technologies [22]. In addition, schools articulate the didactic and the pedagogical, mediated by the teacher as a facilitator. In other words, through concrete transfer processes influenced by sociocultural factors, the teacher transforms the knowledge needed to teach into knowledge that has been taught [23]. This transposition shows the growing difference between mathematics developed by mathematicians and mathematics for teaching [23].

In the didactics of mathematics, there is a logical relationship among knowledge, subject, and situations [24]. Trouche showed differences between the main intellectual currents in the didactic of mathematics; Brousseau discussed what needs to be done, whereas Chevallard focused on institutional constraints. In terms of mathematical knowledge, Vergnaud highlighted the individual and social construct in progress, and Chevallard emphasized the social and historical construct [25].

### 1.2. ICT in the Teaching of Mathematics

The incorporation of ICT in education has evolved given the large amount of online educational resources, the widespread educational offerings, the exchange of knowledge, and the connections among learning communities [26–28]. Similarly, the application of technology in education, eliminates certain space-time barriers in the teaching-learning process and enables the implementation of active methodologies [29]. In addition, ICT facilitates collaboration among all agents of the educational community [30].

One of the more prominent points of math didactics is problem solving [25]. To do this, it is necessary to analyze, search, and discriminate against the relevant data to its resolution. The use of adequate technology, allows the discrimination of more relevant data [31]. Technology reinforces mathematical thought forms and their representation [32]. In addition, cognitive technology tools promote the learning of mathematical concepts by expanding the possibilities of representation and by amplifying and reorganizing students’ approaches to problem solving [1]. Virtual technology applications can even promote students’ creativity and experimentation, and allow one to create

and manipulate their own representations [33]. In addition, virtual environments have a friendly and intuitive graphical interface that favors the motivation of the students and a dynamic feedback of the application, encouraging them to persist in problem solving [34,35].

For their part, dynamic geometry's applications (Geogebra, Cinderella, etc.) help the student to visualize and easily experience the associated processes through interactive changes that favor the exploration of all possibilities [36,37]. Other ICT resources are programming environments that develop language and abstract mathematical thinking [38]. In addition, it allows one to interpret reality in mathematical terms and promotes the ability to solve problems [39–41]. The wide variety of available resources facilitate its use by the teacher [38]. In contrast, technological applications that guide students in a step by step way to default formulas or representations without allowing a free experimentation by the student, condition their significant learning of mathematics [42].

There are personal factors, such as perceptions or attitude toward ICT, that condition the use of technology [43,44]. To facilitate the integration of technology into classrooms, repositories of methodological resources and digital content that are accessible to mathematics teachers can be provided [45]. Despite the innovative advances of technology in mathematical education, its incorporation and development by teachers has been found to be lower than expected [46]. As a result, it is necessary to adequately train teachers to enable the effective use of technology in the classroom [47].

The general literature about the effect of ICT on teaching and learning mathematics focuses mainly on innovative uses or new tools and applications. In contrast, studies that consider the teaching dimension are scarce [25]. Therefore, it is necessary to determine the impact of digital resources and the professional development of mathematics teachers through technology [31] and establish constructs that measure their technological pedagogical knowledge [48].

### 1.3. ICT Training for Mathematics Teachers

It is desirable to provide ICT training to future teachers in the didactics of mathematics, which has a strong social orientation due to its transformative power [49]. The ICT training of mathematics teachers, in addition to providing training and professional development, should encourage the integration of new active methodologies in the classroom [50] and provide effective tools for learning mathematics [51]. Despite this, technological advances are a challenge for many teachers, due to the complexity of the continuously changing software [52,53]. In addition, there is the difficulty of training teachers to adapt new methodological strategies in their teaching style and to expand their ICT tool knowledge in both their personal and professional environment [54,55].

ICT training is also conditioned by attitudes toward technology [43]. Other factors that promote a positive perception of ICT training include its simplicity and usefulness as compared with traditional methods [56]. The flexibility of training programs and personalized training are also valued factors [57]. In this sense, if teachers are trained as agents of change, then technology will enable innovation and sustainable development in schools [58]. Furthermore, the proper training and technology effectively promotes an inclusive classroom for students with disabilities [59].

### 1.4. ICT Use by Mathematics Teachers

The use of technology by teachers is influenced by their perception and by the training they have received [17]. Following initial reluctance, teachers generally perceive ICT as a tool with great potential in the educational setting [16,60]. Numerous authors have emphasized that ICT is a useful tool to motivate students [61,62] and promote learning [8]. In addition, the quantity and quality of ICT resources held by schools influence the use of technologies by teachers [5], as well as the national investment in I+D of each country [63].

In Spain, the National Institute of Educational Technologies and Teacher Training (INTEF), following European guidelines, establishes the Common Framework for Digital Teaching Competence [64]. Despite the frequent use of the term “digital teaching competence”, different authors have argued that



it was ambiguous and have proposed the existence of several interconnected competencies; therefore, the concept must be expanded by differentiating generic and specific professional skills [65,66]. Therefore, Touron recommended a validated instrument that measured digital teaching competence, taking into consideration the provisions of the INTEF Framework [67].

These technological skills are limited by the teacher's perception about his knowledge in ICT, associated as second-order barriers [68]. In addition, Presby et al. (2017) concluded that teachers would be perpetual novices in this regard because of the constant innovations in educational technology. The influence of social and cultural aspects that could delay the integration of technology into classrooms must also be taken into account. In addition, another effect that slows teachers' development of technological skills is the adaptation to emerging new pedagogies [69,70].

While technological innovation in classrooms is widespread, the impact on academic performance in high school has not been universal, so it is necessary to promote technological initiatives that are systemic, effective, and sustainable. The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) reported that technologies do not add extra value to education if they are not reinforced by cognitive, creative, communicative, teamwork, and perseverance skills [71]. In this context, Daniels et al. (2018) considered technology to be an instrument that must be selected and an appropriately used by the teacher, and they asserted that effective methodological strategies must also be applied to positively influence students' learning and their academic performance.

The pedagogical use of mathematical software in secondary education promotes practice, establishes interactive environments for learning [72], facilitates the students' interpretation of relationships among functions and graphs [73,74], and helps students to understand complex concepts of arithmetic and algebra [75]. Therefore, the use of pedagogical software in mathematics promotes meaningful learning, provided that it is designed with appropriate cognitive parameters and that the teacher applies it with an effective teaching method [76].

In contrast, despite the resources available, the use of educational software by mathematics teachers is lower than desirable [77]. In addition, the lack of training and low use could be due to the limited number of free software programs and the general limitations on the digital educational competence of students [78]. The use is also reduced if the software is not updated or has limitations [79]. The use of mathematical software by teachers could also be influenced by factors such as age, gender, and teaching experience [80].

Schools in Spain are adequately resourced for technology use in classrooms [6]. Its proper use favors and increases interactivity with students [81]. The use of digital interactive whiteboards (IWBs) to teach mathematics to lower-ability pupils in small groups significantly improved their command over mathematics as compared with teaching without them [82]. Despite the quantified positive effects of ICTs on students' academic performance, it is necessary to evaluate these results through an in-depth analysis of the most effective methodological elements in the didactics of mathematics [83]. In this sense, a theoretical teaching basis is essential for proposing interactive mathematical tasks and for evaluating the achievements of students in their learning [84].

However, teachers do not necessarily properly use the available resources [2], for example, they do not take advantage of the interactive and innovative features of IWBs but use them only as a regular whiteboard or presentation tool [81]. This restricted use limits the students' interaction and learning [85]. While technology-based classroom assessment can provide a wealth of information on learning, the teachers may not know how to collect or use such data effectively [86].

In line with the above, a recent study showed that teaching experience was negatively correlated with digital competence and its pedagogical use in the classroom [87]. Other authors have found it to be positively correlated with the experience of teachers but not with their age [88]. As for gender, some findings have shown that the relationship between perceived utility and intent to use IWBs was stronger for men than for women [14]. Other authors have shown that, as compared with women, men tended to receive more support from their peers and demonstrated higher levels of self-efficacy in the use of technology [89], and they experienced less anxiety and greater self-confidence [90].

### 1.5. Justification

Despite the importance of the use of ICT in the classroom and its benefits, the didactic of mathematics at secondary and higher education levels has remained stagnant, compartmentalized, and oriented to the exposure of the teacher [17,91]. In line with the above, we see limited use of educational software [78] and hardware [2,43]. In addition, the use of IWBs is reduced to traditional whiteboards or presentation tools without taking advantage of the innovative resources that they offer [92]. IWBs are rarely used to improve student learning, even for teachers who are experienced in their use [93]. Restrained by resistance to change, teachers often waste the teaching potential of mobile devices and underutilize them [17].

The autonomous city of Melilla has the highest rate of school failure and the ratio per class in Spain and throughout Europe [94]. For this reason, a comprehensive study was conducted to analyze the students and teachers. The study of teachers is justified because they are considered to be one of the factors that have a significant impact on the motivation of students and their academic performance [10,95]. It is considered to be necessary to deepen the relationship between mathematics teachers and ICT. This study analyzes the digital competence of teachers through their perceptions of ICT training, use, and mastery in general. This study focuses on the dimensions “mathematics and teaching practice”, “ICT in the teacher environment”, and “uses, resources and mastery of ICT”.

Given this background, this research aims to achieve the following three objectives: (1) to examine the most relevant items of the previously mentioned indicators, (2) to estimate the relationships between teachers individually and between clusters, and (3) to analyze the influence of age variables, teaching experience, and gender in this study sample. Thus, the following research questions were posed: (PI1) Do mathematics teachers continue to undergo training in ICT? (PI2) Do mathematics teachers use ICT to teach? (PI3) Do teachers use more software than hardware devices? (PI4) Does gender, age, and teaching experience have an influence on the use of ICT? (PI5) Is there a relationship among items in ICT training, use, and resource indicators?

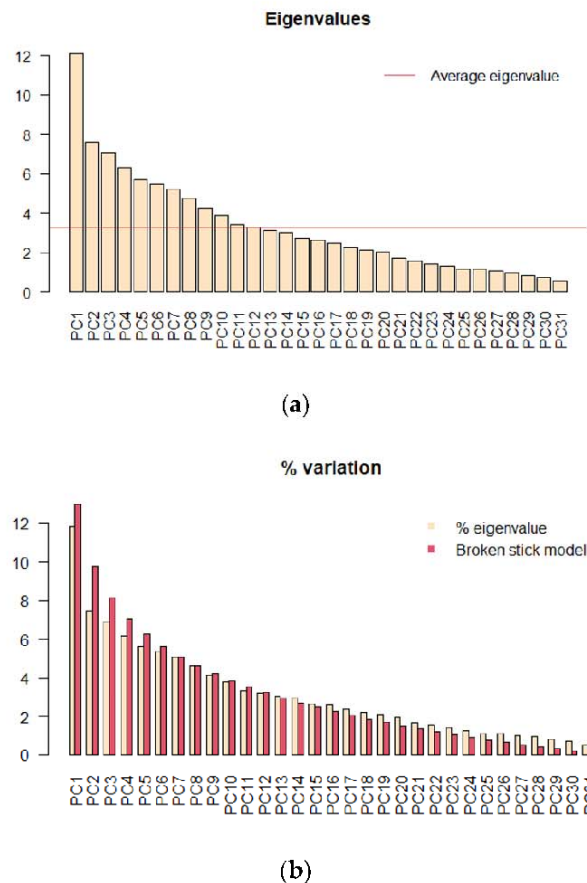
## 2. Materials and Methods

To achieve the above set of objectives, we applied a descriptive quantitative cross-sectional study [96] to assess the training and use of ICT by mathematics teachers. The study population was selected with the following inclusion criteria: (1) resides in the AC of Melilla, (2) is a teacher of high school, and (3) teaches the subject of mathematics. To ensure the reliability of data collection, questionnaires were filled out online through Google forms during the third quarter of the 2018–2019 academic year. Mathematics teachers were asked to respond in general terms about teaching that occurred during that period.

With the established criteria, the population amounted to a total of 73 teachers, of which 34.25% were women. The sample was comprised of 61 teachers, covering the entire center of the city and representing 83.56% of the population, of which 34.42% were women. The sample consisted of a total of 40 men and 21 women. In this cohort, 5 were under the age of 30, 16 were between 31 and 40 years old, 25 were between 41 and 50 years old, 8 were between 51 and 60 years old, and 7 were more than 61 years old.

The quantitative instrument was designed ad hoc and included the following: (i) a literature review, (ii) establishment of the dimensions of the questionnaire, (iii) formulation of items, (iv) validation of content through expert judgement, (v) construct validation, and (vi) reliability analysis [97,98]. The questionnaire was set up ad hoc and contained Likert-scale closed items with four graduated levels (1, none; 2, a little; 3, enough; and 4, a lot). The instrument was validated by expert judgement to determine the values of reliability and validity. The internal consistency of the obtained data matrix was also verified. The results were optimal since the Tucker–Lewis Index factor of reliability was 0.965. In addition, for the validation of the instrument, the Kaiser–Guttman criterion and the “broken-stick” method were used.

The Kaiser–Guttman criterion (Figure 1a), is used to select those axes that represent interesting variation in the data; specifically, it calculates the average of all inherent values and retains those that are higher than the global mean. In addition, the broken-stick (Figure 1b) model was used, which randomly divided the length of one bar into the number of PCA axes and compared this result to its inherent values. In Figure 1, when the white bar exceeds or equals the red one, the number of axes is considered optimal. According to Figure 1, for the first criterion, 10 axes would be the optimal selection for the instrument, and for the second criterion, 8 would be ideal. Since the instrument was designed with eight axes, the results are optimal.



**Figure 1.** Instrument validation. (a) Kaiser–Guttman criteria; (b) Broken-stick criteria.

### 2.1. Procedure

The items in this study were analyzed by R Studio 1.3.1073 and Python software and were related to the following dimensions: (A) “teacher data”; (B) “mathematics and teaching practice”; (C) “ICT in the teacher environment”; and (D) “uses, resources, and ICT mastery”. The encoding used is detailed in the following Table 1.

**Table 1.** Relationships among items, indicators, dimensions, and coding used in the questionnaire. Information and communication technology (ICT).

Dimension A. Teacher Data		
Variables Used in Indicator A.1 General Data		
ID	Code	Items
A.11	QUT	How old are you?
A.12	GEN	Gender.
A.16	AED	How many years of teaching experience do you have?
Dimension B. Mathematics and Teaching training		
ID	Code	Variables Used in Indicator B.2 Teaching practice
B.23	VED	I use a wide variety of teaching approaches in the classroom environment.
B.26	EDP	I select teaching approaches effectively to guide students' thinking and learning in mathematics.
B.27	MTM	I consider my methodological techniques to be improved.
Dimension C. ICT In the Teachers' Environment		
ID	Code	Variables Used in Indicator C.1 ICT Training
C.11	FTP	I consider ICT training indispensable for personal use.
C.12	FTC	I consider ICT training essential to improve my curriculum.
C.13	FTD	I consider ICT training to be essential for teaching practices.
C.15	DIU	I consider proficiency in English necessary for the proper use of ICT.
ID	Code	Variables Used in Indicator C.2 ICT and Teaching
C.22	TED	I select technologies that improve student learning in lessons.
C.24	LTD	I can teach lessons that adequately combine mathematics, technology, and teaching approaches.
C.25	TMC	I select technologies to use in the classroom that improve the presentation of the content I teach.
C.26	MDE	For classroom teaching materials, I use strategies that combine content, technologies, and teaching approaches that I have learned.
Dimension D. ICT Uses, Resources and Mastery		
ID	Code	Variables Used in Indicator D.3 ICT in the classroom
D.31	UTA	I often use the ICT resources in the classroom (projectors, whiteboard, etc.) to teach.
D.32	PDI	I use the tools or software on the digital interactive whiteboards to teach math.
D.33	EVA	I use virtual learning environments (Moodle, Webct, etc.) to teach math.
D.34	PEM	I use educational platforms (Tutor Factory, Wepack, etc.) to teach math.
D.35	SEA	I use author educational software (Cuadernia, Edilim, Jclic, etc.) to teach math.
D.36	OPT	In class we use computers, laptops, tablets, etc., to learn or review math.
ID	Code	Variables Used in Indicator D.5. ICT Mastery
D.51	RPT	I know how to solve my technical problems.
D.53	FCD	I train and upgrade in digital competence (I keep up with important new technologies).
D.55	CTT	I have the technical knowledge I need to use the technology.

## 2.2. Statistical Analyses

According to Figure 2, more than 30% of the variables had a high or very high correlation. For this reason, a principal component analysis (PCA) was carried out to analyze these correlations more thoroughly. To ensure that the PCA was optimal, the following process was performed:

- The inflated value of the variance was analyzed. Since no vif was greater than 0.8, no variables needed to be removed.
- The data were standardized for the PCA.

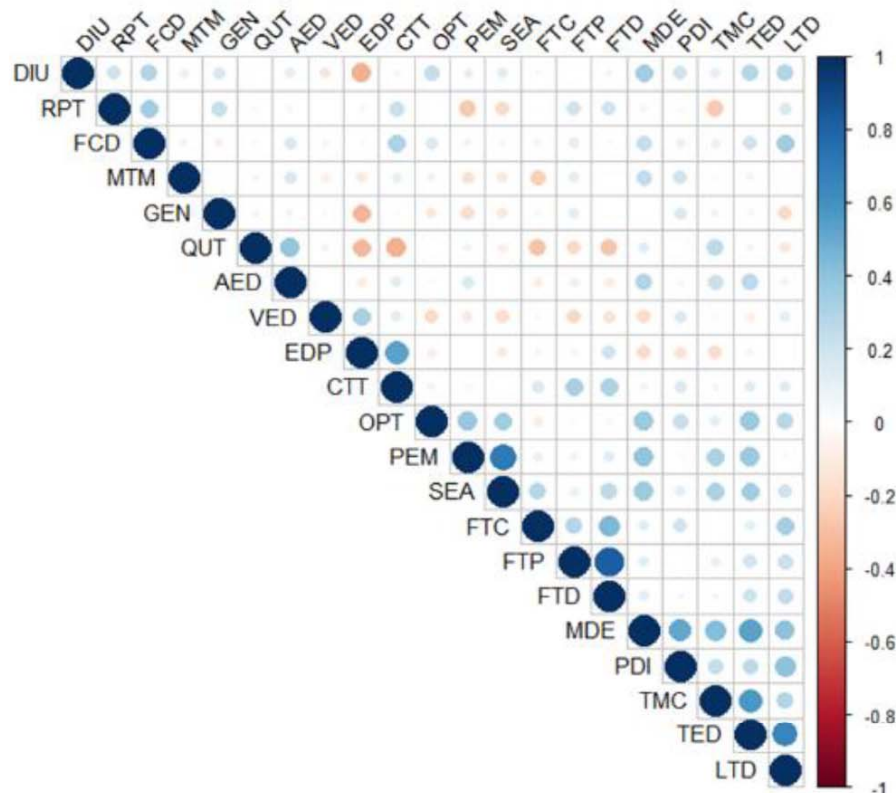


Figure 2. Correlogram chart. Linear correlations among study variables.

PCA was used to reduce dimensionality and avoid collinearity problems. Therefore, the objectives of its application can be summarized as follows:

- To optimally represent a set of variables and individuals (or cases);
- To transform original variables that are generally correlated into new uncorrelated variables, facilitating the interpretation of the data (reducing the dimensionality of the data);
- To define which variables contribute the most as a source of variability;
- To determine which variables are related to each other and which ones are not;
- To identify if the set of variables describes an important structure or is only random noise.

A PCA reduces the dimensionality of multivariate data to two or three main components, which can be viewed graphically, with a minimal loss of information. This assumes that the greatest variations are the most relevant.

### 3. Results

Of the set of variables, only 84 values were missing. Therefore, to proceed with subsequent statistical analyses, these values were omitted rather than imputed by the mean or mode.

The first analysis, shown in Figure 1, shows positive and very significant correlations between continuous training and the selection of effective teaching approaches to guide students' thinking and learning in mathematics (CTT with EDP); the use of platforms and specific software to teach mathematics (PEM with SEA); ICT training for personal and professional uses (FTP with FTD); and the selection of technologies that improve student learning in a lessons and the selection of contents and methodologies, the use of material and combined strategies, and the perception of self-sufficiency in digital competence (TED with TMC, MDE, and LTD). The results reveal negative correlations between the selection of effective teaching approaches to guide the thinking and learning of mathematics students and technical English learning (EDP with DIU).

Positive but very weak correlations are observed among teaching experience and the use of resources that combine contents, ITC, and pedagogical approaches (AED with MDE, TMC, and TED). Furthermore, age is positively and very weakly correlated with TMC. Conversely, age is negatively correlated with the selection of efficient teaching approaches to guide the thinking and learning of mathematics students and also with the knowledge required to use technologies (QUT with EDP and CTT). Furthermore, a negative and very weak correlation exists with the perception of training for professional and personal use (FTP and FTD).

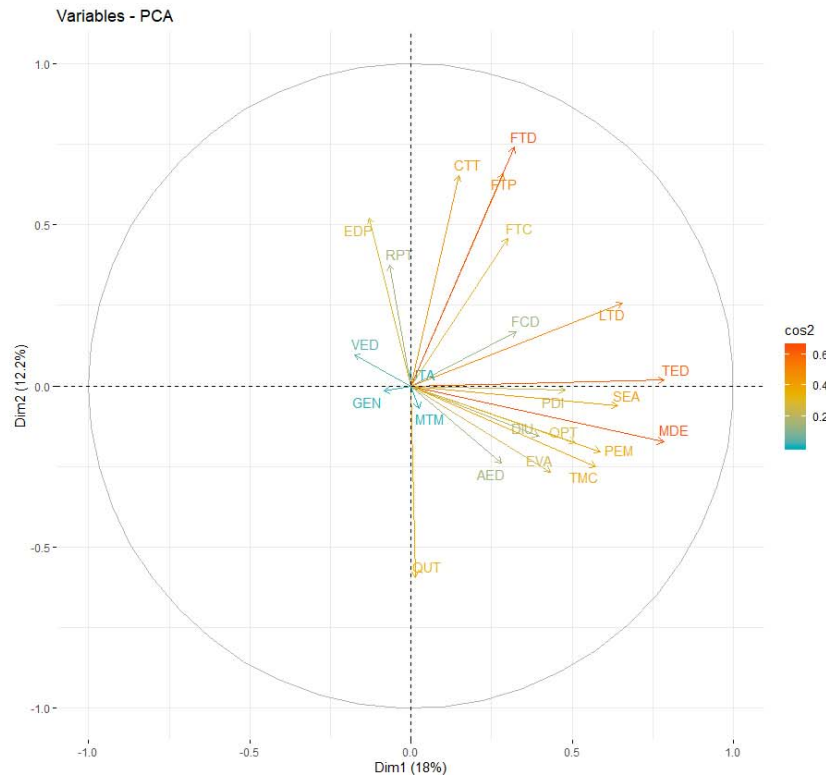
Gender is positively and weakly correlated with the resolution of technical problems (RPT), and negatively correlated with the selection of efficient teaching approaches to guide the ideas and learning of mathematics students (EDP). Moreover, negative and very weak correlations are observed with the use of hardware, software, and educative platforms in the classrooms, as well as with the perception of combining technologies and approaches to teaching mathematics (PEM, SEA, and LTD).

Figure 3 shows information on the two main components, PC1 (first and third quadrants) and PC2 (second and fourth quadrants). As there is a strong linear correlation among the study variables (see the third and fourth quadrants), the implementation of PCA is ideal. In PCA, square cosine ( $\cos^2$ ) allows us to identify the variables that contribute most to each of these dimensions (the quality of representation). This information is also represented by the modulus of each vector (the length of the arrows), i.e., the larger its modulus, the greater its influence. To determine whether or not the selected variables are optimal, the data in the PCA chart were analyzed using  $\cos^2$ . We concluded that the variables in blue GEN, VED, MTM, and UTA could be removed because they had a lower rendering quality in the factor map.

Items that are correlated with PC1 (Dim.1) and PC2 (Dim.2) are the most important in explaining the variability in the dataset. In Figure 2, we observe how positively correlated items tend to be grouped, as in the case of the technical knowledge needed to use technology (CTT); ICT training for teaching practice, personal use, and improving the curriculum (FTD, FTP, and FTC, respectively); continuous training in emerging technologies (FCD); the pedagogical use of technology (LTD); and the appropriate selection of technologies that improve approaches to teaching lessons (TED). Conversely, the teaching experience item (AED), which is negatively correlated with the previous ones, is located in opposite quadrants of the graph.

In contrast, there is a positive correlation between teaching experience (AED) and age (QUT); gender (GEN); the perception that methodological techniques are improvable (MTM); the use of virtual learning environments to teach mathematics classes (EVA); the selection of technologies in the classroom that improve the presentation of content (TMC); the mastery of English for the proper use of technology (DIU); the use of computers, laptops, tablets, etc., to learn or review mathematics (OPT); the use of educational platforms to teach math classes (PEM); the use of tools or software in the interactive digital whiteboard PDI; the use of educational software to teach mathematics classes (SEA); and the use

of strategies that combine contents, technologies, and teaching approaches on which teachers have been trained (MDE).



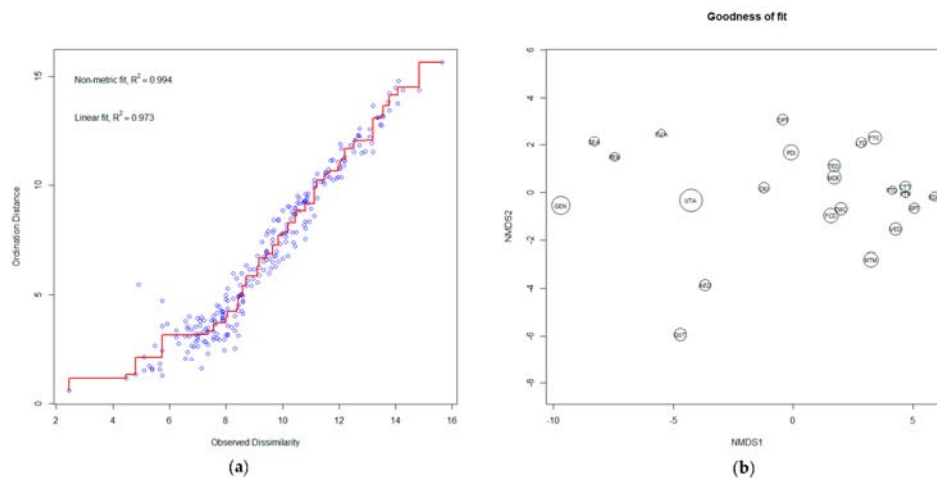
**Figure 3.** Principal component analysis (PCA) for the research variables.

The modulus of each vector measures the quality of these variables on the factor map. Variables with large moduli are clearly represented, such as ICT training for teaching practice (FTD); the selection of technologies that improve approaches to teaching lessons (TED); the pedagogical use of technology (LTD); and the use of strategies that combine contents, technologies, and teaching approaches on which teachers have been trained (MDE). The remaining variables that do not correlate with either PC1 or PC2, or that correlate with the other dimensions have a slight association. These factors include the use of a wide variety of teaching approaches in the classroom environment (VED); genre (GEN); the use of ICT resources (projectors, digital interactive whiteboards, etc.) to teach classes (UTA); and the perception that methodological techniques are improvable (MTM).

To obtain the results with greater robustness, non-metric multidimensional scaling (NMDS) analysis was carried out using the following steps:

- If there were no dependent variables, the metaMDS package was used, which is applicable to unsupervised regressions.
- The NMDS goodness of fit was multiplied by 200 for graphical representation.

The large dispersion around the red line (Figure 4a) suggests that the original differences are not well preserved in the small number of dimensions. In our case, the adjustment seems to be quite good, which is also indicated by the goodness-of-fit measures (Figure 4b).



**Figure 4.** Non-metric multidimensional scaling analysis (NMDS). (a) Linear fit; (b) Goodness-of-fit.

Figure 4 shows the NMDS analysis, which was executed with Python and compared with the PCA results (Figure 2). The results reveal that the  $R^2$  of the unsupervised regression model with this algorithm is high (99.4%). In turn, the variables that have the greatest weight in this study are FTD, TED, and MED. Similar findings were obtained with respect to the PCA.

Figure 5 shows PCA combined with a cluster analysis to determine which groups of variables form these clusters. As can be seen in this diagram, the groups are quite condensed. In this figure, we observe that all variables can be grouped into three clusters, i.e., the scores of the individuals can be segmented into three groups, each of which has a similar impact on the participants.

The first cluster contains most of the indicators of “C.2 ICT and teaching” and “C.3 ICT resources”. The results indicate that the application of ICT to teaching is in line with the use of ICT resources in the classroom. They also suggest that teachers used more software or applications (SEA, PEM, and EVA), than hardware or devices (UTA, OPT, and PDI). Teachers who combine technology with content generally use educational software (TMC), with educational platforms and technology that improve student learning. To a lesser extent, this is correlated with the use of computers in the classroom with virtual Moodle mathematics learning environments (EVA). We highlight the LTD position in different quadrants as compared with other elements in the same cluster.

In the second cluster, there is a significant correlation among the indicators “B.2 teaching practice”, “C.1 training”, and “D.5 ICT domain”. There is also an overall correlation between training for teaching and personal use (FTP and FTD), with a higher score in ICT training for teaching use. In addition, there is a significant correlation between these factors and training for curriculum improvement (FTC), although to a lesser extent. EDP is in the second quadrant, while the other items in the same cluster are grouped in the first quadrant.

The third cluster, which includes gender, age, and teaching experience, is more heterogeneous, encompassing several items of all the above indicators, and the relationships among them are of low significance. In addition, mathematics teachers did not link English learning to technologies (DIU) and declared that they barely used ICT resources in the classroom (e.g., the projector or digital interactive whiteboard) (UTA).

Figure 6 shows that gender is not grouped into clusters since it has a large dispersion in the four quadrants. In other words, gender has a low contribution to explaining the variability of the scores. For the purpose of comparison, an individual case analysis was applied to identify the scoring patterns (Figure 5). These show low redundancy, that is, a high dispersion of points, which does not show a clear differentiation between men (GEN-0) and women (GEN-1). Gender differences are observed in the first quadrant with 87.50% of men versus 12.50% of women. If the total sample is used, this result is not significant.



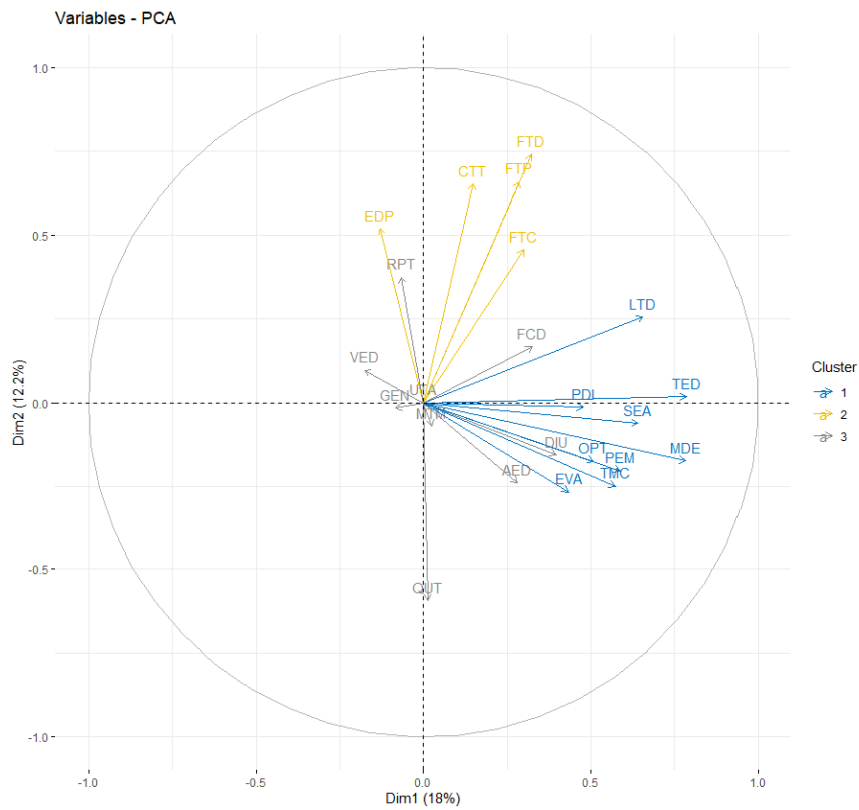


Figure 5. Cluster classification (by color) of study items using PCA.

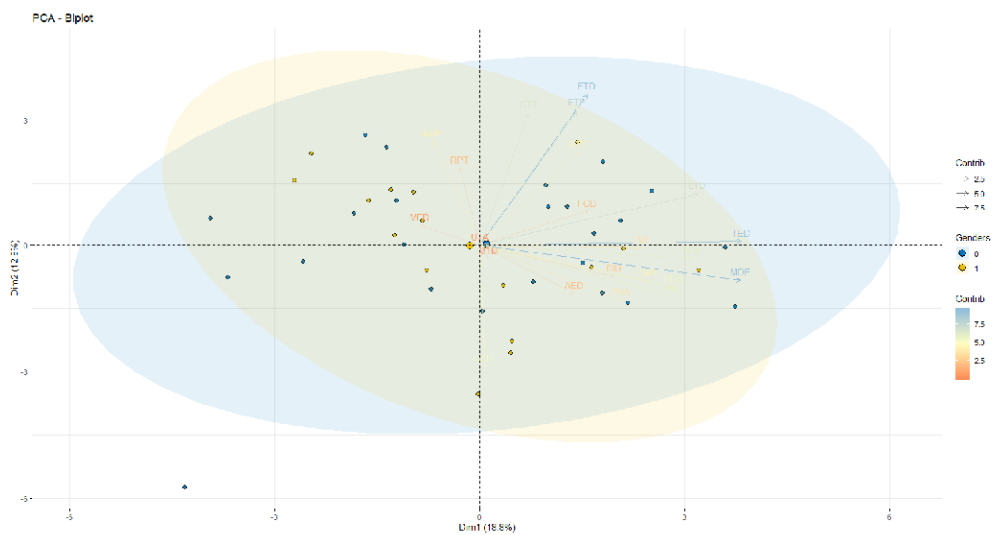


Figure 6. PCA biplot. Score per individual, differentiated by gender.

#### 4. Discussion

From the analysis of the linear correlations (Figure 2), very significant associations are observed among variables used in the indicator “ICT and teaching”. There are also correlations between training for personal and professional use, as well as a relationship between the use of platforms and educative software for the teaching of mathematics. Moreover, quite significant associations are

evident between the mastery of ITC and its use to explore strategies for guiding students towards in learning mathematics. Accordingly, Avila et al. (2019) pointed out the importance of including methodological elements of mathematics didactics in the digital training of teachers.

From the analysis of PCA (Figure 3), the most representative variables are ICT training for the teaching function (FTD), the selection of teaching technologies (TED), and the use of materials and strategies that combine content and technologies (MDE). The results are in line with previous studies that claimed teachers used ICT to teach mathematics [53] and incorporated new methodological strategies [55]. In addition, ICTs make it possible to develop content more effectively as didactic support [93] and to distribute and share these resources online, thereby facilitating collaborative work [26–28].

The findings of this study show that most of the items of the indicators “ICT training”, “ICT and teaching”, and “ICT domain” are positively correlated. The relationships among these indicators shows us that mathematics teachers affirm that ICT training is indispensable for personal use (FTP), teaching practice (FTD), and the enrichment of their curriculum (FTC). In addition, they have the necessary technical knowledge to use ICT (CTT), which is manifested as digital competence (FCD), and the combination of technologies and teaching approaches for use in the classroom (TED and LTD).

In line with these results, the scientific literature posits that teachers, once the initial reservations have passed, emphasize the importance of expanding their knowledge of ICT tools for both personal and professional use and implementing methodological strategies in the classroom [55]. Similarly, Daniels et al. (2013) highlighted the relevance of methodological elements associated with the didactic of mathematics, considering technology to be a tool to optimize them but incapable of influencing the learning of students. Teachers who are trained in ICT also see improvements in self-efficiency and confidence with the use of technology [95], resulting in their interest in technology. ICT training also promotes and stimulates collaborative work amongst teachers [99].

In this study, we observe that a positive perception of the teacher toward ICT results in continuous training in technology and its use to explore new methodological strategies in the didactics of mathematics. In contrast, Melilla’s mathematics teachers generally present high digital competences, but they have a weak use of ICT in the classroom, with a conservative pedagogical attitude. This apparent contradiction in our results might be due to what teachers know by “digital competence” and its teaching applications in the classroom.

In the same line, Gudmundsdottir et al. (2018) and Pettersson et al. (2018) highlighted the ambiguity of the term “digital competence” proposing the existence of several digital competences and recommended differentiating among general and professional digital competence [65,66]. These authors argued that the professional teacher who was also digitally able must internalize ICTs, must be able to adapt them to the pedagogical environment and integrate them into a sociocultural context. For this purpose, a specific training is necessary, taking into consideration the level of competence according to a validated instrument [67].

Linear correlations are weakly significant between teaching experience and the use of resources that combine contents, ICT, and pedagogical approaches. In terms of age, there are negative, slightly significant correlations among age, the selection of effective teaching approaches to guide the thinking and learning of mathematics students, the knowledge needed to use technology, and training for personal and professional use.

PCA shows that teaching experience is negatively correlated with the selection of comprehensive and effective approaches to mathematics teaching and technical problem-solving (RPT).

Along the same line of argument, researchers have observed that teaching experience is negatively correlated with digital competence and extensive pedagogical use [87]. Other authors have argued that the constant evolution of technology and innovative pedagogies has caused teachers to remain perpetual apprentices, regardless of their experience [69,70]. However, Cardelli et al. (2004) asserted that sociocultural factors were conditions of teaching mathematics, while Chevalard et al. (1991) reported that institutional factors were influential.

Other noteworthy results are the positive correlation among teaching experience (AED) and teachers' perception of the improvement of their methodological techniques (MTM), the selection of technologies (TMC), learning English for the proper use of ICT (DIU), and the use of virtual learning environments (EVA). In line with the above items, AED is associated with the use of classroom computers (OPT), educational platforms (PEM), educational software (SEA), and digital interactive whiteboards with the use of classroom materials that combine content and technologies (MDE). In addition, the mathematics teachers declared that they barely use ICT resources in the classroom, such as the projector or digital interactive whiteboards (UTA). When initially focusing on the relationships among UTA, PDI, and RPT, they appear to be contradictory.

A possible explanation of the low rating of PDI (the use of digital interactive whiteboards and specific software for the teaching of mathematics), could be the high ratio of classrooms in Melilla in secondary and post-16 education [94]. Along the same line, the findings of Cabus et al. (2017) suggested that when the ratio was low, significant improvements could be observed in mathematics students' academic performance with the use of IWBs. In addition, Botuzova (2020) reported that the lack of use could be caused by the low digital competence of the students.

A deeper analysis of these results indicates that teachers with more experience have had limited ICT training, which conditions the use of digital resources in the classroom. They use platforms and educational software for content preparation, whereas they use hardware, typically PPs, for the presentation of such content [81]. The limited use of hardware is explained by the difficulty in resolving technical issues. Similarly, it is evident that the teaching experience is negatively correlated with digital competence, its integration and pedagogical use in the classroom, and motivation [87]. In contrast, a recent study noted that this was positively related to a teacher's experience but not to their age [88]. This limited use has a negative impact on the interconnection and evaluation of student learning [86].

The comparative analysis between linear correlations and PCA shows that they produce similar results and both suggest that correlations with gender are weak. Individually, the two genders scored inversely in "I use a wide variety of teaching approaches in the classroom environment" (VED), "I consider my methodological techniques to be improved" (MTM), "I use educational platforms (Tutor Factory, Wepack, etc.) to teach mathematics" (PEM), and "I train and upgrade in digital competence (I keep up with important new technologies)" (FCD), that is, if men's scores increased, women's scores decreased. In the results of the study, no significant differences were observed among teachers with respect to the variables analyzed.

These findings are not in line with some previous research that reported a difference in perception between genders [89–100], which has been explained by the gender roles assumed and previous learning experiences [14]. Regarding the use of digital resources in the classroom, a recent study concluded that the relationship between perceived utility and the intention to use hardware was stronger for men than for women [14]. For this reason, it is necessary to implement training actions that reduce this perceived difference between men and women [4]. In addition, teacher training and training programs should be kept up-to-date and incorporate active methodological strategies in the classroom, such as gamification [50].

Finally, math teachers, according to the variables analyzed, can be grouped into three distinct clusters. The first relates mainly to technological resources, and it can be concluded that the use of technology in the teaching of mathematics is influenced by ICT resources in the classroom [5]. Along the same line, other authors have maintained that country investments on I+D were also factors to take into consideration [63].

The second cluster is largely associated with ICT training and shows a significant relation among digital competences, ICT training, and efficient pedagogical approaches to the teaching of mathematics. Similarly, Nousiainen et al. (2018), maintained that a teacher's training in ICT was conducive to the skill and practice of new active methodologies. However, other authors have claimed that both a continuous

training in specific software for teaching mathematics [53] and pedagogical strategies with ICT condition the use of technology by the mathematics teachers [54,55].

The third cluster is a heterogeneous mixture of variables with different weights in this study. Items with low weights are gender, the use of hardware in the classroom, and teaching practice self-evaluation. In contrast, the teachers' marks in this group are high in their capacity to resolve technical problems, continuous training in ICT, and English learning. This provides relevant information on teacher classification in relation to their ICT knowledge and uses, which is necessary to design effective training programs [101].

## 5. Conclusions

The general perception of Melilla's mathematics teachers about their own digital competence does not match with traditional pedagogical models employed in the classroom. Consequently, this difference negatively influences their training in digital skills. Therefore, it would be recommendable to assess the digital competence of mathematics teachers using a validated instrument.

Less experienced teachers were better trained in ICT and employed it in a broad sense. Among these teachers, no general differences were observed based on gender. Grouping the study items into three clusters allowed us to identify profiles of mathematics teachers and design specific ad hoc actions to improve their professional competences.

The limitations of the study were associated with the cross-sectional design that was employed, i.e., data from participants were collected at a specific place and time, but the scores of the analyzed variables could vary over time. Similarly, another limitation of this study was that the items in the questionnaire affected only the "use" of technology and did not address questions about "how" that technology was used. The strengths lie in the statistical approach used to determine the relationships among the different items in this study.

On the basis of these results, several lines of future research are proposed in relation to teaching practices in an aim to clarify which variables are influential, and then to quantify their effect. We also recommend expanding the items of teachers' perceptions regarding their training and the evaluation of the teaching function. A broader and more in-depth study that captures functional differentiation is necessary to establish a comprehensive instrument that evaluates the teaching function with the contribution of all the agents of the educational community involved (teachers, students, parents, etc.). Other possible lines of research include quantifying the impact of ICTs on the teaching function and the performance of students.

**Author Contributions:** Conceptualization, H.H.-M. (Hossein Hossein-Mohand) and M.G.-G.; methodology, H.H.-M. (Hossein Hossein-Mohand) and J.M.T.-T.; software, H.H.-M. (Hassan Hossein-Mohand); validation, H.H.-M. (Hassan Hossein-Mohand), M.G.-G., and J.M.T.-T.; formal analysis, M.G.-G. investigation, H.H.-M. (Hossein Hossein-Mohand); resources, H.H.-M. (Hossein Hossein-Mohand); data curation, H.H.-M. (Hossein Hossein-Mohand); writing—original draft preparation, H.H.-M. (Hossein Hossein-Mohand); writing—review and editing, H.H.-M. (Hossein Hossein-Mohand) and J.M.T.-T.; visualization, M.G.-G.; supervision, M.G.-G., J.M.T.-T. and H.H.-M. (Hassan Hossein-Mohand). All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:** This research received no external funding.

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

## References

1. Alonso-Garcia, S.; Aznar-Diaz, I.; Caceres-Reche, M.P.; Trujillo-Torres, J.M.; Romero-Rodriguez, J.M. Systematic Review of Good Teaching Practices with ICT in Spanish Higher Education. Trends and Challenges for Sustainability. *Sustainability* **2019**, *11*, 7150. [[CrossRef](#)]
2. Fernandes, G.W.R.; Rodrigues, A.M.; Ferreira, C.A. Professional development and use of digital technologies by science teachers: A review of theoretical frameworks. *Res. Sci. Educ.* **2018**, *50*, 1–36. [[CrossRef](#)]
3. Ahmad, N.; Hoda, N.; Alahmari, F. Developing a Cloud-Based Mobile Learning Adoption Model to Promote Sustainable Education. *Sustainability* **2020**, *12*, 3126. [[CrossRef](#)]

4. Prendes-Espinoso, M.-P.; Garcia-Tudela, P.-A.; Solano-Fernandez, I.-M. Gender equality and ICT in the context of formal education: A systematic review. *Comunicar* **2020**, *28*, 9–20. [[CrossRef](#)]
5. Gui, M.; Parma, A.; Comi, S. Does Public Investment in ICTs Improve Learning Performance? Evidence from Italy. *Policy Internet* **2018**, *10*, 141–163. [[CrossRef](#)]
6. INE. *Estadística de la Sociedad de la Información y la Comunicación en los Centros Educativos no Universitarios. Curso 2018–2019*; Instituto Nacional de Estadística: Madrid, Spain, 2020.
7. Nevado Pena, D.; Lopez Ruiz, V.R.; Alfaro Navarro, J.L. An analysis of the key role of human and technological development in the smart specialization of smart European regions. *Inf. Technol. Dev.* **2019**. [[CrossRef](#)]
8. Griffith, S.F.; Hagan, M.B.; Heymann, P.; Heflin, B.H.; Bagner, D.M. Apps as Learning Tools: A Systematic Review. *Pediatrics* **2020**, *145*. [[CrossRef](#)]
9. Dalby, D. Professional learning through collaborative research in mathematics. *Prof. Dev. Educ.* **2019**, *15*. [[CrossRef](#)]
10. Andersen, S.C.; Beuchert, L.; Nielsen, H.S.; Thomsen, M.K. The Effect of Teacher’s Aides in the Classroom: Evidence from a Randomized Trial. *J. Eur. Econ. Assoc.* **2020**, *18*, 469–505. [[CrossRef](#)]
11. Mikropoulos, T.A. *Research on E-Learning and ICT in Education: Technological, Pedagogical and Instructional Perspectives*; Springer: Berlin, Germany, 2018.
12. Alemayehu, G.; Natarajan, M. Impact of ICT facility on student’s academic performance in Jimma University, Ethiopia. *Int. J. Inf. Dissem. Technol.* **2018**, *8*, 136–142. [[CrossRef](#)]
13. Guillén-Gámez, F.D.; Mayorga-Fernández, M.J. Identification of Variables that Predict Teachers’ Attitudes toward ICT in Higher Education for Teaching and Research: A Study with Regression. *Sustainability* **2020**, *12*, 1312. [[CrossRef](#)]
14. Chen, I.H.; Gamble, J.H.; Lee, Z.-H.; Fu, Q.-L. Formative assessment with interactive whiteboards: A one-year longitudinal study of primary students’ mathematical performance. *Comp. Educ.* **2020**, *150*. [[CrossRef](#)]
15. Mercader, C. Explanatory model of barriers to integration of digital technologies in higher education institutions. *Educ. Inf. Technol.* **2020**. [[CrossRef](#)]
16. Podolsky, A.; Kini, T.; Darling-Hammond, L. Does teaching experience increase teacher effectiveness? A review of US research. *J. Prof. Cap. Community* **2019**, *4*, 286–308. [[CrossRef](#)]
17. Sánchez-Prieto, J.C.; Huang, F.; Olmos-Miguelanez, S.; Garcia-Penalvo, F.J.; Teo, T. Exploring the unknown: The effect of resistance to change and attachment on mobile adoption among secondary pre-service teachers. *Br. J. Educ. Technol.* **2019**, *50*, 2433–2449. [[CrossRef](#)]
18. Gispert, H. Mathematics education in France: 1800–1980. In *Handbook on the History of Mathematics Education*; Springer: Berlin, Germany, 2014; pp. 229–240.
19. Flegas, K.; Charalampous, L. Exploring Logical Reasoning and Mathematical Proof in Grade 6 Elementary School Students. *Can. J. Sci. Math. Technol. Educ.* **2013**, *13*, 70–89. [[CrossRef](#)]
20. Butlen, D.; Masselot, P. Challenges and modalities of formation for the teachers of the schools in didactics of mathematics. *Can. J. Sci. Math. Technol. Educ.* **2019**, *19*, 91–106. [[CrossRef](#)]
21. Chevallard, Y. *La Transposición Didáctica, 2ª Reimp*; Aique Grupo Editor: Buenos Aires, Argentina, 2005.
22. Chevallard, Y. *La Transposición Didáctica, Del Saber Sabio al Saber Enseñado*; Aique Grupo Editor: Buenos Aires, Argentina, 1991; Volume 3.
23. Cardelli, J. Reflexiones críticas sobre el concepto de Transposición Didáctica de Chevallard. *Cuad. Antropol. Soc.* **2004**. [[CrossRef](#)]
24. Brousseau, G. The Study of the Didactical Conditions of School Learning in Mathematics. In *Activity Sign*; Springer: Boston, MA, USA, 2005; pp. 159–168. [[CrossRef](#)]
25. Trouche, L.; Monaghan, J.; Borwein, J.M. *Didactics of Mathematics: Concepts, Roots, Interactions and Dynamics from France*; Springer: Berlin, Germany, 2016; Volume 110, pp. 219–256.
26. Ferraro, S. Is information and communication technology satisfying educational needs at school? *Comp. Educ.* **2018**, *122*, 194–204. [[CrossRef](#)]
27. Konnova, L.; Lipagina, L.; Postovalova, G.; Rylov, A.; Stepanyan, I. Designing Adaptive Online Mathematics Course Based on Individualization Learning. *Educ. Sci.* **2019**, *9*, 182. [[CrossRef](#)]
28. Mora, H.; Signes-Pont, M.T.; Fuster-Guillo, A.; Pertegal-Felices, M.L. A collaborative working model for enhancing the learning process of science & engineering students. *Comp. Human Behav.* **2020**, *103*, 140–150. [[CrossRef](#)]

29. Sánchez-Prieto, J.; Trujillo-Torres, J.M.; Gómez-García, M.; Gómez-García, G. Gender and Digital Teaching Competence in Dual Vocational Education and Training. *Educ. Sci.* **2020**, *10*, 84. [\[CrossRef\]](#)
30. Hershkovitz, A.; Baruch, A.F. La relación profesor-alumno y la comunicación en Facebook: Percepciones de los alumnos. *Comunicar: Rev. Cient. Iberoam. Comun. Educ.* **2017**, *53*, 91–101.
31. Trouche, L.; Rocha, K.; Gueudet, G.; Pepin, B. Transition to digital resources as a critical process in teachers' trajectories: The case of Anna's documentation work. *Zdm-Math. Educ.* **2020**. [\[CrossRef\]](#)
32. Moreno-Armella, L.; Hegedus, S. From static to dynamic mathematics: Historical and representational perspectives. In *The SimCalc Vision and Contributions*; Springer: Berlin, Germany, 2013; pp. 27–45.
33. Moyer-Packenham, P.S.; Westenskow, A. Effects of virtual manipulatives on student achievement and mathematics learning. *Int. J. Virtual Pers. Learn. Environ.* **2013**, *4*, 35–50. [\[CrossRef\]](#)
34. Fiorella, L.; Kuhlmann, S.; Vogel-Walcutt, J.E.J. Effects of Playing an Educational Math Game That Incorporates Learning by Teaching. *J. Educ. Comp. Res.* **2019**, *57*, 1495–1512. [\[CrossRef\]](#)
35. Gomez, T.; Moron, C.; Ferrandez, D.; Saiz, P.; Garrido, R. Gamification in the Education: The Benefits of Learning through Play. In Proceedings of the Inted2017: 11th International Technology, Education and Development Conference, Valencia, Spain, 6–8 March 2017; pp. 1051–1060.
36. Sinclair, N. Generations of research on new technologies in mathematics education. *Teach. Math. Appl.: Int. J. IMA* **2014**, *33*, 166–178. [\[CrossRef\]](#)
37. Birgin, O.; Acar, H. The effect of computer-supported collaborative learning using GeoGebra software on 11th grade students' mathematics achievement in exponential and logarithmic functions. *Int. J. Math. Educ. Sci. Technol.* **2020**. [\[CrossRef\]](#)
38. Angeli, C.; Giannakos, M. Computational thinking education: Issues and challenges. *Comp. Human Behav.* **2020**, *105*. [\[CrossRef\]](#)
39. DeJarnette, A.F. Students' challenges with symbols and diagrams when using a programming environment in mathematics. *Digit. Exp. Math. Educ.* **2019**, *5*, 36–58. [\[CrossRef\]](#)
40. Korkmaz, Ö. The effect of scratch-and lego mindstorms Ev3-Based programming activities on academic achievement, problem-solving skills and logical-mathematical thinking skills of students. *Malays. Online J. Educ. Sci.* **2018**, *4*, 73–88.
41. Smith, C.P.; Neumann, M.D. Scratch it out! Enhancing geometrical understanding. *Teach. Child. Math.* **2014**, *21*, 185–188. [\[CrossRef\]](#)
42. Anderson-Pence, K.L. Examining the Impact of Different Virtual Manipulative Types on the Nature of Students' Small-Group Discussions: An Exploratory Mixed-Methods Case Study of Techno-Mathematical Discourse. Ph.D. Thesis, Utah State University, Logan, UT, USA, 2014.
43. Liu, Q.; Geertshuis, S.; Grainger, R. Understanding academics' adoption of learning technologies: A systematic review. *Comp. Educ.* **2020**, *151*. [\[CrossRef\]](#)
44. Semerci, A.; Aydin, M.K. Examining High School Teachers' Attitudes towards ICT Use in Education. *Int. J. Prog. Educ.* **2018**, *14*, 93–105. [\[CrossRef\]](#)
45. Silva, J.B.; Silva, I.N.; Bilessimo, S. Technological Structure for Technology Integration in the Classroom, Inspired by the Maker Culture. *J. Inf. Technol. Educ.-Res.* **2020**, *19*, 167–204. [\[CrossRef\]](#)
46. Lavicza, Z.; Prodromou, T.; Fenyvesi, K.; Hohenwarter, M.; Juhos, I.; Koren, B.; Diego-Mantecon, J.M. Integrating STEM-related Technologies into Mathematics Education at a Large Scale. *Int. J. Technol. Math. Educ.* **2020**, *27*, 3–11. [\[CrossRef\]](#)
47. Baya'a, N.; Daher, W.; Anabousy, A. The Development of In-Service Mathematics Teachers' Integration of ICT in a Community of Practice: Teaching-in-Context Theory. *Int. J. Emerg. Technol. Learn.* **2019**, *14*, 125–139. [\[CrossRef\]](#)
48. Hsu, L.W.; Chen, Y.J. Examining teachers' technological pedagogical and content knowledge in the era of cloud pedagogy. *S. Afr. J. Educ.* **2019**, *39*. [\[CrossRef\]](#)
49. Avila, C.M.V.; Borges, A.L.A. The Process of Teaching-Learning of the Didactics of the Mathematics from the Science, Technology and Society Approach. *Rev. Conrado* **2019**, *15*, 259–262.
50. Nousiainen, T.; Kangas, M.; Rikala, J.; Vesisenaho, M. Teacher competencies in game-based pedagogy. *Teach. Teacher Educ.* **2018**, *74*, 85–97. [\[CrossRef\]](#)
51. McCulloch, A.W.; Hollebrands, K.; Lee, H.; Harrison, T.; Mutlu, A. Factors that influence secondary mathematics teachers' integration of technology in mathematics lessons. *Comp. Educ.* **2018**, *123*, 26–40. [\[CrossRef\]](#)

52. Gómez-García, M.; Soto-Varela, R.; Morón-Marchena, J.A.; del Pino-Espejo, M.J. Using Mobile Devices for Educational Purposes in Compulsory Secondary Education to Improve Student's Learning Achievements. *Sustainability* **2020**, *12*, 3724.
53. Zbiek, R.M. Contemporary Framing of Technology in Mathematics Teaching. In *Educating Prospective Secondary Mathematics Teachers: Knowledge, Identity, and Pedagogical Practices*; Strutchens, M.E., Huang, R., Potari, D., Losano, L., Eds.; Springer International Publishing Ag: Cham, Switzerland, 2018; pp. 109–124.
54. Hinojo Lucena, F.J.; López Belmonte, J.; Fuentes Cabrera, A.; Trujillo Torres, J.M.; Pozo Sánchez, S. Academic effects of the use of flipped learning in physical education. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 276. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
55. Zahorec, J.; Nagyova, A.; Haskova, A. Teachers' Attitudes to Incorporation Digital Means in Teaching Process in Relation to the Subjects They Teach. *Int. J. Eng. Pedagog.* **2019**, *9*, 101–120. [[CrossRef](#)]
56. Ozudogru, M. The Factors Predicting Pre-Service Teachers' Achievement in Teacher Training Classrooms. *Eurasian J. Educ. Res.* **2020**, *87*, 157–178. [[CrossRef](#)]
57. Galimullina, E.; Ljubimova, E.; Ibatullin, R. SMART education technologies in mathematics teacher education—Ways to integrate and progress that follows integration. *Open Learn.* **2020**, *35*, 4–23. [[CrossRef](#)]
58. Holdsworth, S.; Maynes, N. "But What If I Fail?" A Meta-Synthetic Study of the Conditions Supporting Teacher Innovation. *Can. J. Educ./Revue Can. L'Éduc.* **2017**, *40*, 665–703.
59. Fernández Batanero, J.M.; López Meneses, E.; Cabero Almenara, J. Knowledge and degree of training of primary education teachers in relation to ICT taught to disabled students. *Br. J. Educ. Technol.* **2019**, *50*, 1961–1978. [[CrossRef](#)]
60. Burke, P.F.; Schuck, S.; Aubusson, P.; Kearney, M.; Frischknecht, B. Exploring teacher pedagogy, stages of concern and accessibility as determinants of technology adoption. *Technol. Pedagog. Educ.* **2018**, *27*, 149–163. [[CrossRef](#)]
61. Gordon, A.; Young-Jones, A.; Hayden, S.; Fursa, S.; Hart, B. Dispositional mindfulness, perceived social support, and academic motivation: Exploring differences between Dutch and American students. *New Ideas Psychol.* **2020**, *56*. [[CrossRef](#)]
62. Lazarides, R.; Gaspard, H.; Dicke, A.-L. Dynamics of classroom motivation: Teacher enthusiasm and the development of math interest and teacher support. *Learn. Instr.* **2019**, *60*, 126–137. [[CrossRef](#)]
63. Ma, J.K.H.; Vachon, T.E.; Cheng, S. National Income, Political Freedom, and Investments in R&D and Education: A Comparative Analysis of the Second Digital Divide Among 15-Year-Old Students. *Soc. Indic. Res.* **2019**, *144*, 133–166. [[CrossRef](#)]
64. INTEF. *Competencia Digital Docente Septiembre 2017*; INTEF: Madrid, Spain, 2017.
65. Gudmundsdottir, G.B.; Hatlevik, O.E. Newly qualified teachers' professional digital competence: Implications for teacher education. *Eur. J. Teacher Educ.* **2018**, *41*, 214–231. [[CrossRef](#)]
66. Pettersson, F. On the issues of digital competence in educational contexts—A review of literature. *Educ. Inf. Technol.* **2018**, *23*, 1005–1021. [[CrossRef](#)]
67. Touron, J.; Martin, D.R.; Navarro Asencio, E.; Pradas, S.; Inigo, V. Construct validation of a questionnaire to measure teachers' digital competence (TDC). *Rev. Esp. Pedagog.* **2018**, *76*, 25–54. [[CrossRef](#)]
68. Presby, R.E. Barriers to Reducing the Digital-Use Divide as Perceived by Middle School Principals. Ph.D. Thesis, Brandman University, Irvine, CA, USA, 2017.
69. Engen, B.K. Understanding social and cultural aspects of teachers' digital competencies. *Comunicar* **2019**, *27*, 9–19. [[CrossRef](#)]
70. Daniels, J.; Jacobsen, M.; Varnhagen, S.; Friesen, S. Barriers to systemic, effective, and sustainable technology use in high school classrooms. *Can. J. Learn. Technol./Revue Can. L'Apprentissage Technol.* **2013**, *39*. [[CrossRef](#)]
71. OECD. *Panorama de la Educación 2015: Indicadores de la OCDE*; Organisation for Economic Co-Operation and Development: Paris, France, 2016.
72. Çekmez, E. Using dynamic mathematics software to model a real-world phenomenon in the classroom. *Interact. Learn. Environ.* **2019**, *28*, 526–538. [[CrossRef](#)]
73. Acikgul, K.; Aslaner, R. Effects of Geogebra supported micro teaching applications and technological pedagogical content knowledge (TPACK) game practices on the TPACK levels of prospective teachers. *Educ. Inf. Technol.* **2020**, *25*, 2023–2047. [[CrossRef](#)]
74. Donnelly-Hermosillo, D.F.; Gerard, L.F.; Linn, M.C. Impact of graph technologies in K-12 science and mathematics education. *Comp. Educ.* **2020**, *146*. [[CrossRef](#)]

75. Verschaffel, L.; Depaepe, F.; Mevarech, Z. Learning Mathematics in Metacognitively Oriented ICT-Based Learning Environments: A Systematic Review of the Literature. *Educ. Res. Int.* **2019**, *2019*. [[CrossRef](#)]
76. Garcia, F.Y.H.; Rangel, E.G.H.; Mera, N.A.G. Gamification in mathematics education: A systematic review. *Telos-Rev. Interdiscip. Cienc. Soc.* **2020**, *22*, 62–75. [[CrossRef](#)]
77. Esfijani, A.; Zamani, B.E. Factors influencing teachers' utilisation of ICT: The role of in-service training courses and access. *Res. Learn. Technol.* **2020**, *28*. [[CrossRef](#)]
78. Botuzova, Y.V. Experience of Using ICT Tools for Teaching Mathematical Analysis to Future Teachers of Mathematics. *Inf. Technol. Learn. Tools* **2020**, *75*, 153–169.
79. Roanes-Lozano, E.; Galan-Garcia, J.L.; Solano-Macias, C. Some Reflections About the Success and Impact of the Computer Algebra System DERIVE with a 10-Year Time Perspective. *Math. Comp. Sci.* **2019**, *13*, 417–431. [[CrossRef](#)]
80. Nunes, P.S.; Nascimento, M.M.; Catarino, P.; Martins, P. Factors that Influence the Use of Educational Software in Mathematics Teaching. *Rev. Iberoam. Sobre Calid. Efic. Cambio Educ.* **2020**, *18*, 113–129. [[CrossRef](#)]
81. Kearney, M.; Schuck, S.; Aubusson, P.; Burke, P.F. Teachers' technology adoption and practices: Lessons learned from the IWB phenomenon. *Teacher Dev.* **2018**, *22*, 481–496. [[CrossRef](#)]
82. Cabus, S.J.; Haerlemans, C.; Franken, S. SMART in Mathematics? Exploring the effects of in-class-level differentiation using SMART board on math proficiency. *Br. J. Educ. Technol.* **2017**, *48*, 145–161. [[CrossRef](#)]
83. Drijvers, P. Empirical Evidence for Benefit? Reviewing Quantitative Research on the Use of Digital Tools in Mathematics Education. In *Uses of Technology in Primary and Secondary Mathematics Education—Tools, Topics and Trends*; Ball, L., Ladel, S., Tabach, M., Drijvers, P., Siller, H.S., Vale, C., Eds.; Springer: Berlin, Germany, 2018; pp. 161–175.
84. Salles, F.; Dos Santos, R.; Keskaik, S. When didactics meet data science: Process data analysis in large-scale mathematics assessment in France. *Large-Scale Assess. Educ.* **2020**, *8*. [[CrossRef](#)]
85. Aflalo, E.; Zana, L.; Huri, T. The interactive whiteboard in primary school science and interaction. *Interact. Learn. Environ.* **2018**, *26*, 525–538. [[CrossRef](#)]
86. Li, Y.; Yang, H.H.; MacLeod, J. Preferences toward the constructivist smart classroom learning environment: Examining pre-service teachers' connectedness. *Interact. Learn. Environ.* **2019**, *27*, 349–362. [[CrossRef](#)]
87. Hsu, C.-Y.; Tsai, M.-J.; Chang, Y.-H.; Liang, J.-C. Surveying in-service teachers' beliefs about game-based learning and perceptions of technological pedagogical and content knowledge of games. *J. Educ. Technol. Soc.* **2017**, *20*, 134–143.
88. Spiteri, M.; Rundgren, S.-N.C. Literature Review on the Factors Affecting Primary Teachers' Use of Digital Technology. *Technol. Knowl. Learn.* **2020**, *25*, 115–128. [[CrossRef](#)]
89. Hatlevik, O.E.; Throndsen, I.; Loi, M.; Gudmundsdottir, G.B. Students' ICT self-efficacy and computer and information literacy: Determinants and relationships. *Comp. Educ.* **2018**, *118*, 107–119. [[CrossRef](#)]
90. Cussó-Calabuig, R.; Farran, X.C.; Bosch-Capblanch, X. Effects of intensive use of computers in secondary school on gender differences in attitudes towards ICT: A systematic review. *Educ. Inf. Technol.* **2018**, *23*, 2111–2139. [[CrossRef](#)]
91. Bosch, H.E.; Bergero, M.S.; Nasso, C.; Pérez, M.M.; Rampazzi, M.C. Innovaciones didácticas para ciencias y matemática asistida por TIC. *TE ET* **2017**, *19*, 60–64.
92. De Vita, M.; Verschaffel, L.; Elen, J. Towards a better understanding of the potential of interactive whiteboards in stimulating mathematics learning. *Learn. Environ. Res.* **2018**, *21*, 81–107. [[CrossRef](#)]
93. Loong, E.Y.-K.; Herbert, S. Primary school teachers' use of digital technology in mathematics: The complexities. *Math. Educ. Res. J.* **2018**, *30*, 475–498. [[CrossRef](#)]
94. Consejo Escolar del Estado. *Informe 2019 Sobre el Estado del Sistema Educativo*; Ministerio de Educación y Formación Profesional: Madrid, Spain, 2019.
95. Kim, H.-K. Meta analysis on the improvement of academic performance by the teaching method for underachievers of learning mathematics. *Math. Educ.* **2020**, *59*, 31–45.
96. Vallés Martínez, M.S.; D'Ancona, C.; Angeles, M.; Izquierdo Escribano, A. *Las Encuestas Sobre Inmigración en España y en Europa. Tópicos, Medios de Comunicación y Política Migratoria*; Informe sobre els gitanos romanesos a Barcelona Inédito; Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Observatorio Permanente de la Inmigración: Madrid, Spain; Vinclé: Barcelona, Spain, 1999.



97. Cisneros-Cohernour, E.J.; Jorquera Jaramillo, M.C.; Aguilar Pereyra, Á.M. Validación de instrumentos de evaluación docente en el contexto de una universidad española. *Voces Silenc. Rev. Latinoam. Educ.* **2012**, *3*, 41–55. [[CrossRef](#)]
98. Rosenbluth, A.; Cruzat-Mandich, C.; Ugarte, M.L. Methodology to Validate a Competencies Assessment Tool for Psychology Students. *Univ. Psychol.* **2016**, *15*, 303–314.
99. Dalby, D.; Swan, M. Using digital technology to enhance formative assessment in mathematics classrooms. *Br. J. Educ. Technol.* **2019**, *50*, 832–845. [[CrossRef](#)]
100. Park, J.-H.; Kim, C.; Ham, J. High-school students' understanding and use of mathematics textbooks. *Math. Educ.* **2019**, *58*, 589–607.
101. Wyss, C.; Rosenberger, K.; Buehrer, W. Student Teachers' and Teacher Educators' Professional Vision: Findings from an Eye Tracking Study. *Educ. Psychol. Rev.* **2020**. [[CrossRef](#)]



© 2020 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**ARTÍCULO N° 2**

**Mathematics Teachers' Perceptions of the Introduction of ICT: The Relationship between Motivation and Use in the Teaching Function**

<https://doi.org/10.3390/math8122158>

**Publicado:**

Revista Científica “*Mathematics*”

**Factor de Impacto:**

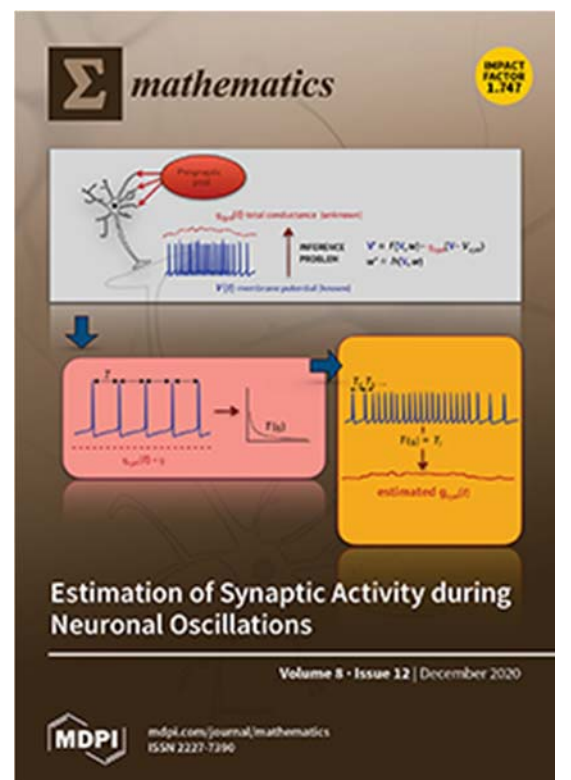
JCR 2.258 – Q1/T1.

**Categoría:**

ENVIROME MATHEMATICS-SCIE (24/330).

**Fecha de publicación:**

3/12/2020, Volume 8, Issue 12, 2158.



**Autores:**

- Dr. Juan Manuel Trujillo Torres. Universidad de Granada.
- D. Hossein Hossein Mohand. Universidad Autónoma de Madrid.
- Dr. Melchor Gómez García. Universidad Autónoma de Madrid.
- D. Hassan Hossein Mohand. Universidad Autónoma de Madrid.
- Dra. María Pilar Cáceres Reche. Universidad de Granada.

## Resumen Artículo nº2

El informe del INE del 2019 sobre la Sociedad de la Información y la Comunicación en los centros educativos españoles no universitarios muestra resultados notables en dotaciones tecnológicas dentro de las mismas (96% de conexión a internet, 1,9 ordenadores por profesor, 60% de pizarras digitales interactivas...). Los datos anteriores pueden presuponer un uso importante de las TIC con fines educativos por parte del docente. En la misma línea, la literatura científica sugiere que la incorporación de las TIC al DPD está condicionada por las características y cantidad de los recursos tecnológicos disponibles. No obstante, el nivel de competencia digital de los docentes suele ser bajo o medio y, por tanto, cabe suponer otros factores determinantes.

Los hallazgos postulan que una agrupación de docentes en función de su competencia digital permite diseñar entornos de aprendizaje eficaces para utilizar las TIC en su práctica docente y ampliar las estrategias pedagógicas. Además, las acciones formativas eficaces reducirían el estrés que padece el profesorado, reforzando la acción de inhibidores específicos del tecnoestrés como son la alfabetización digital, el apoyo técnico y la promoción de la participación activa. En relación con lo anterior, el presente estudio se centra en establecer la posible relación entre las percepciones de los docentes de Matemáticas hacia las TIC, la motivación hacia las mismas y su uso pedagógico en el aula.

La aportación original del estudio radica en el enfoque estadístico y metodológico empleado, al incluir análisis de redes neuronales y el algoritmo K-means, para identificar clústeres que engloban al profesorado entorno a sus percepciones y motivaciones relativas a la tecnología. Por otro lado, la potencia estadística indica que el tamaño muestral obtenido es suficiente para detectar diferencias significativas.






Tabla 20

## Resumen Metodología y Objetivos del Artículo n° 2

<b>Título 2:</b> Mathematics Teachers' Perceptions of the Introduction of ICT: The Relationship between Motivation and Use in the Teaching Function.		
<b>Publicado en:</b> Mathematics 2020, Volume 8, Issue 12, 2158 Mathematics (Factor de Impacto JCR 2.258, categoría MATHEMATICS-SCIE (28/81); Q1/T1).		
<b>Población:</b> Docentes de Matemáticas de la C. A. de Melilla (N=73 docentes, 34.25% mujeres)		
<b>Muestra:</b> n= 61. (34.42% mujeres. <30 años (8.20%); 31-40 años (26.23%); 41-50 años (40.98%); 51 -60 años (13.11%) >61 años (11.48%).		
<b>Metodología:</b> Cuasi experimental sin prepost y sin grupo de control		
<b>Diseño:</b> estudio observacional de corte cuantitativo con carácter descriptivo		
Dimensiones	Indicadores	Variables
B. "Matemáticas y Práctica Docente"	B.2 Práctica Docente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.21-ADA Adapto mi docencia a lo que el alumno entiende en cada momento.</li> <li>• B.22-AEC Soy consciente de los aciertos y errores más comunes del alumnado.</li> <li>• B.24-EAA Evalúo el aprendizaje del alumnado de diferentes maneras.</li> </ul>
C. "TIC en el Entorno del Profesorado"	C.1 Formación en TIC  C.2 TIC y Docencia  C.3 Recursos TIC  C.4 Motivación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C.13- FTD Considero indispensable la formación en TIC para la PD.</li> <li>• C.15-DIU Considero necesario el dominio del inglés para un uso adecuado de las TIC.</li> <li>• C.23-TMA Seleccione tecnologías que mejoran el aprendizaje del alumnado en una lección</li> <li>• C.24-LTD Puedo impartir lecciones que combinan adecuadamente Matemáticas, tecnologías y enfoques docentes.</li> <li>• C.25-TMC Seleccione tecnologías para usar en el aula que mejoran la exposición de los contenidos que imparto.</li> <li>• C.26-MDE Uso en los materiales docentes para el aula, estrategias que combinan contenidos, tecnologías y enfoques docentes sobre los cuales he aprendido.</li> <li>• C.27-CCT Tengo en cuenta en los criterios de calificación, el uso de las TIC.</li> <li>• C.28-UHD herramientas digitales para realizar la evaluación, tutoría y/o seguimiento del alumnado.</li> <li>• C.32-DAT Uso las herramientas o software de la Pizarra Digital Interactiva para impartir clases de Matemáticas</li> <li>• C.33-DRT Uso los entornos virtuales de aprendizaje (Moodle, Webct...) para impartir clases de Matemáticas</li> <li>• C.41-MTD Me motiva el uso de las TIC en el aula porque facilita mi labor docente</li> <li>• C.42-MTT Me motiva el uso de las TIC en el aula porque simplifica mi trabajo (preparación de contenidos, exámenes...</li> <li>• C.44-MTA Me motiva el uso de las TIC en el aula porque mejora los resultados académicos del alumnado</li> </ul>
<b>Procedimiento:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba U de Mann-Whitney (Wilcoxon rank sum test with continuity correction, al tener dos grupos independientes (hombres y mujeres). Tamaño muestral mínimo para obtener diferencias significativas (n'=53)</li> <li>• Potencia estadística 99% con un nivel de confianza del 95%,</li> <li>• Análisis descriptivo de todas las variables Correlograma. Matriz de correlaciones lineales.</li> <li>• Redes Neuronales. Para identificar comunidades.</li> <li>• K-means. Partitioning Around Medoids. Para identificar clústeres.</li> </ul>	
<b>Objetivo general:</b>		<b>Objetivos específicos:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar la posible relación entre las percepciones de los docentes de Matemáticas hacia las TIC, la motivación hacia las mismas y su uso pedagógico en el aula.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar las percepciones de los docentes de Matemáticas en torno a las TIC.</li> <li>• Identificar los clústeres que permitan agrupar al profesorado en torno a sus percepciones.</li> <li>• Determinar el tamaño muestral necesario para detectar diferencias significativas.</li> </ul>

Article

# Mathematics Teachers' Perceptions of the Introduction of ICT: The Relationship between Motivation and Use in the Teaching Function

Juan-Manuel Trujillo-Torres <sup>1</sup>, Hossein Hossein-Mohand <sup>2,\*</sup>, Melchor Gómez-García <sup>2</sup>,  
Hassan Hossein-Mohand <sup>2</sup> and María-Pilar Cáceres-Reche <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Didactics and School Organization, Faculty of Educational Sciences, Universidad de Granada (UGR), 18071 Granada, Spain; jttorres@ugr.es (J.-M.T.-T.); caceres@ugr.es (M.-P.C.-R.)

<sup>2</sup> Department of Pedagogy, Faculty of Teacher Training and Education, Universidad Autónoma de Madrid (UAM), 28049 Madrid, Spain; melchor.gomez@uam.es (M.G.-G.); hassan.hossein@estudiante.uam.es (H.H.-M.)

\* Correspondence: hossein.hossein@estudiante.uam.es

Received: 30 September 2020; Accepted: 1 December 2020; Published: 3 December 2020



**Abstract:** Digital self-efficacy and the amount of perceived support from the school can improve teachers' motivation to increase the use of information and communication technology (ICT) in the classroom. Likewise, attitude, perception, gender, and experience of mathematics teachers are factors that influence their use of ICT. This study aimed to analyze the profiles of mathematics teachers, determine the existence of differences between them, and identify the sample size necessary to detect significant differences. A total of 73 high school teachers were included in this cross-sectional study. Teaching practice, ICT resources, ICT in the classroom, skills, and uses of ICT were assessed through a validated 19-item questionnaire. Statistical analysis revealed that the required sample to detect significant differences was 53 subjects. Further, 67.21% of the mathematics teachers surveyed in Melilla were younger than 40 years of age, and 62.30% had less than 6 years of teaching experience. In addition, 81.97 and 47.54% of mathematics teachers stated that they consider themselves to have sufficient ICT resources at home for their work and in the classroom, respectively. Through different clusters, mathematics teachers can be identified and classified according to their motivational and competence profiles in pedagogical and digital areas. In addition, young teachers with some teaching experience had positive perceptions of technology, as reflected by high scores in the motivation indicator for ICT.

**Keywords:** secondary teacher education; mathematics teachers; digital competence for teachers; professional development; teacher attitudes

## 1. Introduction

The statistical report of the Society of Information and Communication in non-university Spanish educational centers shows that during the 2018–2019 academic year, the percentage of classrooms with an internet connection was 96.8%, and 94.3% had a wireless connection. In addition, the average number of teachers per computer was 1.9, and half of the available equipment corresponded to laptops and tablets. Moreover, 60.1% of classrooms had interactive digital systems (IDS), which include digital interactive whiteboards (IWB), multi-touch tables, interactive panels, and interactive TVs. The percentage of centers that intervened in educational experiences with technology was 37.5%, of which 50.5% were secondary schools and 40.6% were vocational training facilities. The use of mobile phones in the classroom for educational purposes was 43.0% at the secondary level and 51.3%

at the post-16 educational level [1]. The above data may suggest that information and communication technology (ICT) is important for educational purposes.

### 1.1. *The Teaching of Mathematics*

Chevallard (2005) defines didactics as the science of knowledge dissemination in any social group and studies elements of local or global praxeologies [2]. Each praxeology is composed of tasks, techniques, technologies, and a theory that justifies these technologies. In mathematics didactics, mathematical knowledge is acquired through learning and solving mathematical problems by means of the conceptual component of the schemes [3]. This knowledge is structured in differentiated constructs according to the theories of Brousseau and Chevallard, but the latter stresses the institutional conditioning factors in the didactics of mathematics [4]. During the resolution of mathematical problems, it is necessary to reflect on the most appropriate procedure and to analyze and distinguish the data, favoring the significant learning of the students [4]. For this purpose, teachers must be trained and must use tools and resources related to the didactics of mathematics [5].

Lagrange (2003) address the integration of technology in the didactics of mathematics and considers four key dimensions: student, teacher, tool, and mathematics [6]. From this study, seven central theoretical ideas that have influenced numerous subsequent studies are highlighted: the instrumental approach to the use of tools, instrumental genesis, pragmatic-epistemic duality, the technical–conceptual connection, work, the relationship between pencil and pencil versus digitally instrumented technique, the institutional aspect, and theory networking [7].

In the didactics of mathematics, the use of appropriate technologies facilitates the understanding of procedures and the distinction of the most relevant data [8]. In addition, mathematical developments in dynamic technologies promote new mathematical practices in different contexts such as dynamic geometry, statistics, and robotics [9]. On the other hand, Moreno et al. (2018) identify three ways to integrate technological resources: 1. paying more attention to the results than to the solution process and giving less importance to students' mathematical activity; 2. organizing a lesson plan taking into account mathematical activity and taking advantage of technological resources in problem solving; 3. using only dynamic representations of problems to show mathematical relationships [10].

In this sense, the most effective teachers establish pedagogical relations between content and technology through instrumental genesis [11]. The process in which an artefact becomes an instrument is called instrumental genesis [6]. It can also be defined as the shaping of thought that describes the process of how an artefact becomes an instrument and shows the procedures in which technologies support the learning of mathematics [12]. The instrumental genesis for teaching mathematics through technology is a complex process that requires time [13].

In general, studies that analyze technologies in the didactics of mathematics have focused on: the digital tools used, the pedagogical bases and objectives of the activities, and the levels of integration of technology in mathematics teaching [14]. However, since the beginning, there has been a disparity with respect to the theoretical frameworks used in the design of technological tools and the realization of research with these tools [6], making it difficult to generalize conclusions. In this sense, the figure of the teacher is essential for the adequate integration of ICT in the teaching of mathematics [15].

It has been shown that the incorporation of ICT into teaching practices is conditioned by various factors, such as the characteristics and quantity of available technological resources [16]. In spite of the fact that technology endowments are important in secondary schools [1] and at higher education levels [17], teachers usually have a low or medium level of digital competence [18]. However, perceptions, attitudes, and methodological uses of ICT are factors to be taken into account [19], and also, uses differentiated by gender [20], age, and teaching experience have been observed [17].

### 1.2. *Attitudes towards ICT*

The perceptions that teachers have towards ICT is one of the factors that influence its use [19]. However, attitude is another conditioning factor. Attitude can be defined as a guide to teacher behavior,

consistent with their perceptions [21]. A recent study classified attitudes into three dimensions: active, cognitive, and behavioral [22]. The active dimension involves the feelings and emotions that stimulate decision making. Regarding the cognitive dimension, it is maintained by the beliefs and values associated with the experience of each teacher. Finally, the behavioral dimension focuses on the behaviors and intentions of the teacher in the face of a certain circumstance in which they must act [23]. Conditioning factors can be classified into the following categories: knowledge, attitude, and skills [24].

However, the support perceived by the teacher drives the incorporation of pedagogical ICT resources [25]. Furthermore, digital competence and motivation are correlated with their integration in the classroom [26]. Self-determination is one of the most influential motivational models for improving the perception of technology [27]. In this sense, digital self-efficacy and the support perceived by an educational center can improve the motivation of teachers and their commitment to design innovative training programs [27]. Training is another factor that affects the perception of technology and the incorporation of ICT into teaching practices [28].

### 1.3. Use of ICT

In recent years, education has undergone a substantial transformation as a consequence of the effect of ICT [29,30]. Methodological strategies have been developed thanks to technology, strengthening active methodologies. These include the flipped classroom [31–33], game-based learning [34–36], and project- or problem-based learning [37,38]. Different studies have analyzed the use of ICT for teaching mathematics in primary schools [35,39,40], secondary schools [33,41], and for higher level studies [38]. The importance of their integration has even been shown in classrooms with students with disabilities [42].

The available literature postulates that the proper use of ICT benefits collaborative work [37] and student learning [43,44] and has an impact on their academic performance [17,45]. Nevertheless, teachers continue to use traditional methodologies with textbooks and boards [30]. They make limited use of technology, using it mainly for searching on the Internet for information or for administrative purposes [46]. Regarding IWBs, they mainly use them as a tool for lesson delivery in the classroom [47] and do not take their pedagogical potential into account [18,48]. This teacher-centered approach to teaching does not encourage participatory and collaborative work by students [49], nor does it take advantage of the innovative functions of IWBs [50]. Similarly, teachers do not incorporate current educational technologies into their teaching practices in order to improve them [19].

ICT reinforces cognitive and creative abilities as well as communicative skills, but technology alone does not add value [51]. The highest performance is observed if the teacher brings together technological, pedagogical, and integration efficiencies in its three domains [52]. In this regard, the success of ICT in education depends a lot on the digital autonomy acquired by teachers because of their digital competence, professional development, and the training provided to teachers [53].

However, it has been observed that technology has negative effects on the teaching–learning process. The teaching process is affected, among other factors, by the negative effect of technostress (stress associated with technology) on teachers [54]. Technostressors associated with insecurity, uncertainty, invasion, complexity, and overload significantly affect teacher burnout and professional performance [55]. These effects have a greater impact on older teachers [54], but no gender differences have been observed [55]. Self-efficacy significantly reduces the effects of technostressors [56]. As for students, no negative effects of technology caused by technostress on students when using mobile devices have been shown [57]. On the other hand, previous findings revealed a negative impact of ICT methods that require active participation by students [58]. This negative effect is significantly reduced if teachers have a high level of digital competence [58].

#### 1.4. Age, Gender, and Teaching Experience

Preservice teachers show more favorable attitudes towards the use of ICT in the classroom [21]. However, they lack digital skills that include lifelong learning, the optimal use of ICT, and their implementation of active methodologies [59]. In general, they show skills acquired during their time as students, such as browsing, interacting, sharing information, and storing and retrieving data and digital content [60]. In this sense, the teaching experience is negatively correlated with digital competence and with its integration and pedagogical use in the classroom [26,61]. Furthermore, it has been postulated that age and teaching experience do not influence attitudes towards technology, although in higher education, the use of technology is more widely accepted by university lecturers [23].

Regarding gender, a recent report by the International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) pointed out a significant difference in favor of male teachers regarding the use of ICT in almost all countries of study [62]. Gender differences are attributed to a low level of confidence in the use of technology by women [63]. It has been concluded that female teachers make less use of IWBs than male teachers [20]. In [47], it was stated that male teachers have a greater ability to solve technical problems, encouraging the use of ICT in the classroom. Furthermore, male teachers show lower levels of anxiety and greater confidence than female teachers [64].

However, a recent study on teachers' perceptions and uses of ICT showed that gender differences are not significant in terms of the pedagogical use of ICT [65]. Nevertheless, differences of little significance have been observed in favor of female teachers regarding ICT teaching [63]. Therefore, it is necessary to structure training programs that promote the participation of women to eliminate the digital gender gap [66].

#### 1.5. Justification

The early education and training drop-out rate measures the proportion of 18–24-year-old youngsters who dropped out of high school and did not continue their training. The data source is provided by Eurostat, from the Labour Force Survey (LFS), based on annual averages of quarterly data. In 2018, the early drop-out rate in the European Union was 10.6%; in Spain, it was 17.9%. The highest rate of early school drop-out is in the Autonomous City of Melilla 29.5%. This is 11.6 percentage points above the national average. These results are not occasional; in 2010, it was 35.4%, and in 2002, it was 28.0%. The city also has the highest ratios per classroom in Spain and Europe [67].

Carried out focusing on Melilla's students and mathematics teachers. It is considered appropriate to analyze the mathematics teachers as one of the factors that have a significant impact on the students and their academic performance [39]. In the present study, the relationship between mathematics teachers and ICTs has deepened, by analyzing the possible influence of mathematics teachers' perceptions of ICTs, and their motivation for their pedagogical use in the classroom. For this purpose, some items of the dimensions—B. Mathematics and Teaching Practice and C. ICT in the Teacher's Environment—are analyzed.

Taking into consideration the mentioned background, the present study pursues the following objectives: (1) to determine the sample size necessary to detect significant differences; (2) to analyze mathematics teachers' perceptions and motivations regarding ICT; (3) to identify the clusters that allow for teachers to be grouped regarding their perceptions. In order to achieve these objectives, the following research questions were posed: PI1: Does the sample obtained allow detecting significant differences?; PI2: How does ICT motivate the mathematics teachers to teach?; PI3: Do gender, age, and teaching experience influence the perceptions and motivations towards ICT?; PI4: How are the items of the indicators C.2 "ICT and Teaching" and C.4 "Motivation" related?; PI5: Is it possible to identify similar profiles among mathematics teachers?



## 2. Materials and Methods

This descriptive, quantitative, observational study [68] aimed to evaluate the effects of perceptions and motivation on ICT use by mathematics teachers in Melilla. The selection criteria for the study population were (1) residents of the AC of Melilla, (2) high school teachers, and (3) mathematics teachers. The sample obtained included 73 teachers (34.25% women and 65.75% men). The final sample collected covered all educational centers in Melilla and included 61 teachers, which accounted for 83.56% of the population, of which 34.42% were women. The sample differentiation by age was as follows: less than 30 years—8.20%; between 31 and 40 years—26.23%; between 41 and 50 years—40.98%; between 51 and 60 years—13.11%; over 61 years—11.48%.

The quantitative instrument was designed ad hoc with the following phases: (i) literature review; (ii) establishment of the dimensions of the questionnaire; (iii) formulation of items; (iv) validity of content through expert judgment; (v) validity of construction; (vi) reliability analysis [69]. The instrument was validated by experts to determine its reliability and validity values. The internal consistency of the obtained data matrix was also verified by checking the consistency of the items. The results are optimal since the Tucker Lewis index of factoring reliability was 0.965.

The full questionnaire totaled 107 questions and covered the dimensions of B. Mathematics and Teaching Practice; C. ICT in the Teaching Environment; D. Uses, Resources, and Mastery of ICT; E. ICT and Society. The majority of the questionnaire was configured ad hoc with closed 4-level Likert graduated items (1, none; 2, a little; 3, enough; 4, a lot). The 19 items analyzed in this study were related to the dimensions of the active methodologies applied by mathematics teachers, Teaching Practice, ICT resources, ICT in the classroom, ICT mastery, and ICT consumption on working days (Monday to Thursday). The questionnaires were administered to teachers during the third quarter of 2018–2019 in an online format through “Google Forms” to ensure reliable data collection and avoid bias.

Statistical power was calculated using the function “pwr.t.test”, with the following parameters:  $D = 0.77$ ; sig.level = 0.05; power = 0.99; alternative = greater. We determined that 53 subjects were needed to detect significant differences.

### Procedure

In the execution of inferential statistics, the outliers were corrected with the median of the corresponding column. Subsequently, once the variables under study had been converted to numerical variables, the Yeo–Johnson algorithm was applied to improve the normality of the data [70,71]. The variance inflation factor (vif) was less than 10 in all cases. Thus, it was not necessary to eliminate any of the variables of the study. The steps followed prior to the deployment of the cluster analysis were as follows: (1) centering and scaling of regressors other than binary ones; (2) calculation of the adjacency matrix; (3) pruning of the adjacency matrix in such a way that the diagonal had a value of 0; (4) elimination of duplicate relationships. For this, R Studio software was used.

The associations of each item with their indicators and corresponding dimensions, as well as the associated codes, are detailed in Table 1.

**Table 1.** Relationship between items, indicators, dimensions, and codes used in the questionnaire.

Dimension A. Teacher Data/Indicator A.1 General Data		
ID	Code	Items
A.11	QUT	How old are you?
A.12	GEN	Gender
A.16	AED	How many years of teaching experience do you have?
Dimension B. Mathematics and Teaching Training/Indicator B.2 Teaching Practice		
B.21	ADA	I adapt my teaching to what the student understands at all times
B.22	AEC	I am conscious of my students' most common successes and errors
B.24	EAA	I evaluate student learning in different ways
Dimension C. ICT in the Teachers' Environment/Indicator C.1 ICT Training		
C.13	FTD	I consider ICT training to be essential for teaching practices
C.15	DIU	I consider proficiency in English to be necessary for the proper use of ICT
Indicator C.2 ICT and Teaching		
C.23	TMA	I select technologies that improve student learning in a lesson
C.24	LTD	I can teach lessons that adequately combine mathematics, technology, and teaching approaches
C.25	TMC	I select technologies to use in the classroom that improve the content I teach, the way I teach it, and what the students learn
C.26	MDE	Within the classroom teaching materials, I use strategies that combine content, technologies, and teaching approaches from which I have learned
C.27	CCT	I take the use of ICT into account in the marking criteria
C.28	UHD	I use digital tools to carry out the assessment, tutoring, and/or monitoring of the students
Indicator C.3 ICT Resources		
D.32	DAT	I use the tools or software on the interactive digital board to teach mathematics classes
D.33	DRT	I use virtual learning environments (Moodle, Webct . . . ) to teach mathematics classes
Indicator C.4 Motivation		
C.41	MTD	I am motivated by the use of ICT in the classroom because it makes my teaching easier
C.42	MTT	The use of ICT in the classroom motivates me because it simplifies my work (content preparation, exams, . . . )
C.44	MTA	I am motivated by the use of ICT in the classroom because it improves the academic results of the student body

First of all, it is necessary to address the first objective of this study. For this purpose, the Mann–Whitney U test—more specifically the Wilcoxon rank sum test with continuity correction—was used, since there were two independent groups (men and women) that acted as the ordinal variable regressors or predictors. In order to determine the necessary sample size in the case of significant gender differences, variable DIU was used (I consider English proficiency to be necessary for the adequate use of ICT). The reason for this was that it is necessary to use two variables for this type of analysis, and the exposed results were carried out on the variable with a lower  $p$ -value, that is, DIU ( $n = 53.88963$ ;  $d = 0.77$ ;  $\text{sig.level} = 0.05$ ;  $\text{power} = 0.99$ ;  $\text{alternative} = \text{greater}$ ). The Mann–Whitney U test was used because the samples were independent and because the given variables were ordinal.

### 3. Results

The results of the Mann–Whitney U test showed gender differences only for variable DIU (“I consider English proficiency to be necessary for the adequate use of ICT”) ( $W = 259.5$ ,  $p\text{-value} = 0.008222$ ) and MTT (“The use of ICT in the classroom motivates me because it simplifies my work (content preparation, exams, . . . )”) ( $W = 307$ ,  $p\text{-value} = 0.04564$ ). Responding to the research

question PI1: Does the sample obtained allow detecting significant differences? The findings revealed that to detect significant differences, 53 subjects needed to be required, a sample size that is smaller than that of the study sample. The outcome was 99% with a confidence level of 95%, which indicates that if we were to repeat the study, relevance would be obtained 99% of the time. These are ideal results considering that, generally, the appropriate outcome level is 80%.

However, in the analysis of the profiles of mathematics teachers, all variables included in the study were determined based on the scales used in the questionnaire. The descriptive results are shown in Table 2.

**Table 2.** Descriptive results shown by level of the independent variable.

QUT	AED	ADA	AEC	EAA	FTD	DIU	TMA	LTD	TMC	MDE	CCT	UHD	DAT	DRT	MTD	MTT	MTA
0:16	0:10	0:1	0:0	0:0	0:1	0:6	0:1	0:1	0:1	0:3	0:18	0:3	0:6	0:2	0:3	0:2	0:6
1:25	1:28	1:2	1:2	1:10	1:5	1:30	1:30	1:25	1:28	1:28	1:27	1:18	1:26	1:9	1:14	1:10	1:23
2:8	2:5	2:17	2:19	2:9	2:22	2:5	2:3	2:6	2:5	2:4	2:5	2:14	2:2	2:12	2:10	2:10	2:8
3:7	3:14	3:41	3:40	3:42	3:33	3:20	3:27	3:29	3:27	3:26	3:11	3:26	3:27	3:38	3:34	3:39	3:24
4:5	4:4																

**Note:** The coding of the scores were as follows: for QUT (0. less than 30 years; 1. between 31 and 40 years; 2. between 41 and 50 years; 3. between 51 and 60 years; 4. more than 61 years), for AED (0. less than 1 year; 1. between 2 and 5 years; 2. between 6 and 10 years; 3. between 11 and 20 years; 4. more than 21 years), and for the rest of the items (0. not at all; 1. little; 2. rather a lot; 3. a lot).

In Table 2, it can be observed that 67.21% of the mathematics teachers surveyed in Melilla were under 40 years of age, and 62.30% had less than 6 years of teaching experience. In addition, when the items related to the ICT and teaching indicator were analyzed, it was observed that an average of 50% of the teaching body responded “little or none” to TMA (I select technologies that improve student learning in a lesson), TMC (I select technologies to use in the classroom that improve the content that I teach, the way of teaching it, and what the students learn), LTD (I can teach lessons that adequately combine mathematics, technologies, and teaching approaches), and MDE (Within the classroom teaching materials, I use strategies that combine content, technologies and teaching approaches from which I have learned), while for CCT (I take the use of ICT into account in the marking criteria), the response was 73.77%, and for UHD (I use digital tools to carry out the evaluation, tutoring and/or monitoring of the students), it was 34.43%.

For the motivation indicator, 19.67% of teachers responded “a little or not at all” for MTT (I am motivated by the use of ICT in the classroom because it simplifies my work (content preparation, exams), 27.87% responded this way for MTD (I am motivated by the use of ICT in the classroom because it facilitates my teaching work), and 47.54% for MTA (I am motivated by the use of ICT in the classroom because it improves the academic results of the student body.) In relation to the variable FTD (I consider ICT training to be essential for teaching practices), only 9.83% responded “little or not at all”.

Regarding ICT resources, 81.97% of mathematics teachers responded “rather a lot or a lot” for DRT (I consider that I have sufficient ICT resources at home for my daily work), and 47.54% gave this response for DAT (I consider that I have sufficient ICT resources in my classroom for my daily work). From the point of view of teaching practice, 95.08% respond highly for ADA (I adapt my teaching to what the student understands at all times), which was in line with the 96.72% who gave this response for AEC (I am conscious of my students’ most common successes and errors) and the 83.61% who gave this response for EAA (I evaluate student learning in different ways).

Statistical analyses (Figure 1) revealed significant positive correlations between TMA (I select technologies that improve student learning in a lesson) TMC (I select technologies to use in the classroom that improve the content I teach, the way of teaching it, and what the students learn), MDE (Within the classroom teaching materials, I use strategies that combine content, technologies, and teaching approaches from which I have learned), and LTD (I can teach lessons that adequately combine mathematics, technologies, and teaching approaches). In addition, other less significant associations were observed between TMC and MDE and between MDE and LTD. In summary, there is

a significant correlation between all of the items of the indicator C.2 ICT and Teaching. On the other hand, the low correlation with UHD shows that the evaluation and monitoring of students with digital tools is not associated with teaching.

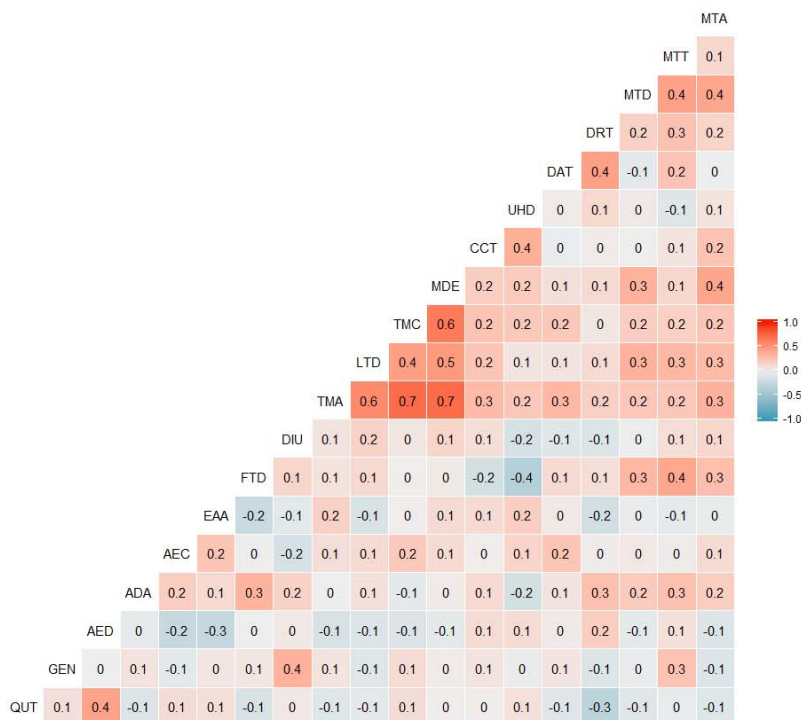


Figure 1. Correlations between the variables of the study.

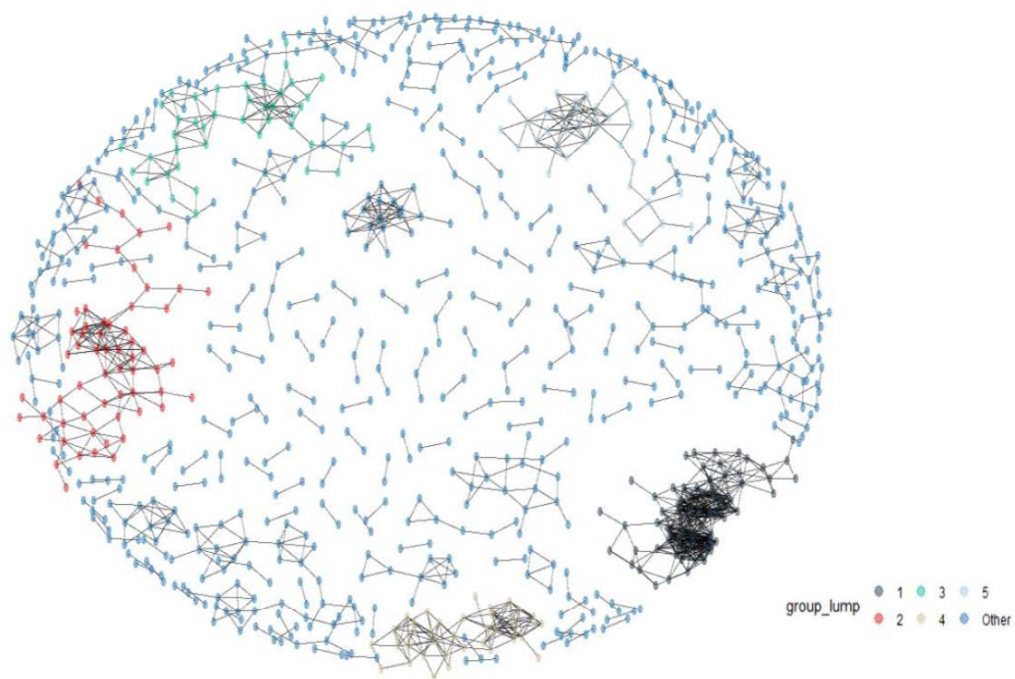
However, very weak correlations were found between the variables of the study. It is worth highlighting the correlations between FTD (I consider ICT training to be essential for teaching practices) with UHD (I use digital tools to carry out the assessment, tutoring, and/or monitoring of students) and between AED (teaching experience) and EAA (I evaluate student learning in different ways). These results can be interpreted as the evaluation and monitoring of students with digital tools is associated with the training in technologies of indicator C.1 ICT Training and that the teaching experience correlates with indicator B.2 Teaching Practice. In both cases, the correlations are weak.

In response to the research question PI4: How do the items of the indicators C.2 ICT and Teaching and C.4 Motivation relate? When the indicator C.2 ICT and Teaching was analyzed, weak correlations are observed with the items MTA (I am motivated by the use of ICT in the classroom because it improves the academic results of the student body), MTT (I am motivated by the use of ICT in the classroom because it simplifies my work (content preparation, exams, ...)), and MTD (I am motivated by the use of ICT in the classroom because it makes my teaching easier) for the C.4 Motivation indicator. That is, the weak correlations between the indicators C.2 ICT and Teaching and C.4 Motivation show that motivation does not explain the use of technologies by the mathematics teacher.

Regarding the research question PI3: Does gender, age, and teaching experience influence perceptions and motivations towards ICTs? Note that there were no significant correlations between the C.2 ICT and Teaching indicator and gender, age, or teaching experience. It also did not correlate with FTD (I consider ICT training to be essential for teaching practices) or DAT (I consider that I have sufficient ICT resources in my classroom for my daily work). Similarly, no relationships were observed between the C.4 Motivation indicator and gender, age, or teaching experience. On the other hand, no significant correlations are observed between the indicator C.3 ICT Resources with the rest of the indicators in the study. This result can be interpreted as having ICT resources does not explain the

motivation of the mathematics teachers in Melilla towards technology. It is neither associated with teaching practice or training. Similarly, motivation is not associated in a significant way with ICT training. This is the answer to the research question PI2: How do ICTs motivate mathematics teachers to teach?

The previous results do not allow us to differentiate the teachers' profile based on gender, age, and teaching experience. Then, PI5: Is it possible to identify similar profiles among mathematics teachers? In order to identify teacher communities, the following figure of networks unsupervised (Figure 2) is proposed. Due to the sample obtained in the present study, neurons have not been used, but networks' unsupervised analysis (Edges) have, using a Threshold. As a result of lost data, data were initially imputed using the random forest algorithm. Then, these data were focused and scaled using the R Studio "recipe" function and a training group with 85% of the data selected. This percentage was used due to the sample size. It is noted that the algorithm used was networks unsupervised analysis due to the multitude of dependent variables. That is, there was not a single dependent variable in the input. This situation was considered for Figures 1 and 2. The unsupervised analysis is used because we do not know a priori the number of groups that are going to be formed. Secondly, the adjacency matrix was calculated, and it was pruned in a way that there were 0 diagonal elements and an edge limit of 99.6% was set. The figure acquired was obtained from "prep corr matrix for tbl graph". The H2O algorithm was used to validate this process.



**Figure 2.** Math teaching community network. Networks' unsupervised analysis for the sample of the study.

The results of the clustering analysis through networks unsupervised analysis allowed for the identification of five communities of mathematics teachers in the Autonomous City of Melilla, although, communities 1 and 2 were the ones that presented the highest level of consistency. Communities 1, 2, and 4 were the most significant. In other words, teachers are well grouped into these three clusters.

This figure was displayed for two purposes: to identify the teachers' communities and their compaction, as seen in the cluster concentration. Then, to distinguish several clusters, Figure 2 was implemented to determine which subjects belonged to each group. In order to analyze the most

prominent clusters in the previous figure, a partitioning around medoids process was carried out (see Figure 3). The reason for this was to determine which participants formed each group.

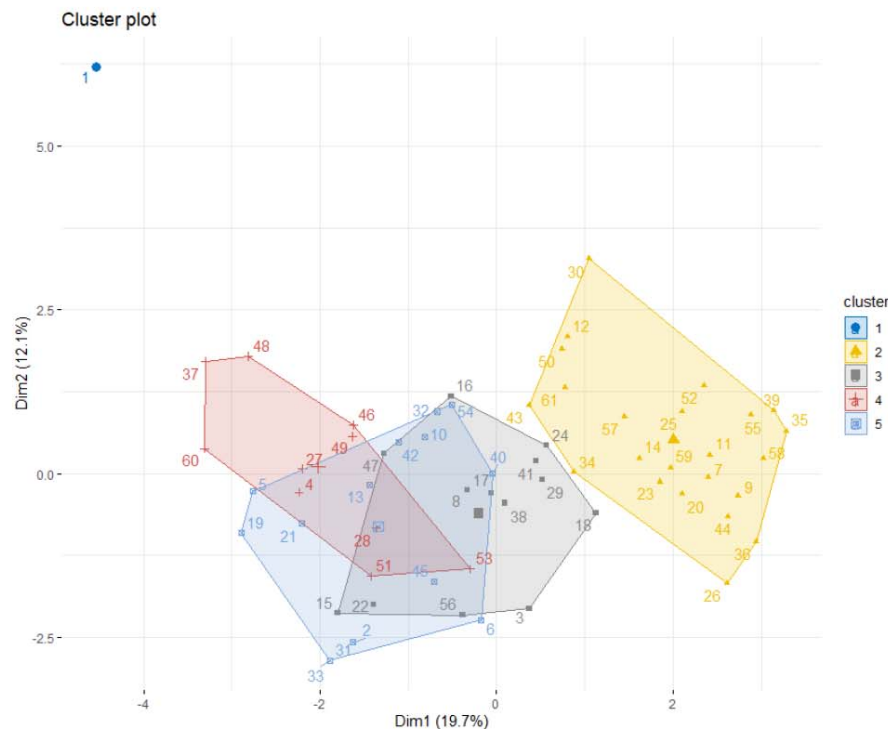


Figure 3. K-Means. Partitioning around medoids.

In order to develop the previous networks unsupervised analysis and to see it accurately, Figure 3 (K-Means) was developed. This shows the complete concrete cases identifying each individual. The yellow cluster corresponds to the black cluster of the networks unsupervised analysis, and the gray cluster corresponds to the red cluster, with both of them being the most compact clusters. Cluster 4 in Figure 2 correspond to cluster 1 in Figure 3. It was observed that the clustering was not consistent and identifying subjects that belonged to three clusters simultaneously would tend to offer ambiguous conclusions.

In Figure 3, the profiles of the mathematics teachers can be seen, that is, the individuals who scored similarly in the study were identified. A more compact cluster indicates a teaching community that is easier to group than another. It is interesting to examine the teacher communities to compare these results with those displayed in the previous networks unsupervised figure. One of the new features of this study was determining the IDs of the participants who took part. To this end, these findings will be critical for the development of effective individualized and personalized action plans that affect the professional competencies shown by teachers. However, to know the characteristics of each group requires a case study that analyzes the specific characteristics of the members of each cluster.

#### 4. Discussion

In the present study, 81.97% of mathematics teachers surveyed claimed to have sufficient ICT resources at home, and 47.54% claimed to have sufficient resources in the classroom for their daily work. These statements are in line with data from the Ministry of Education and Vocational Training Statistics on ICT resources in classrooms, which revealed that more than 90% of classrooms have a wireless internet connection. In addition, 60.1% of classrooms have SDI, and the average ratio is 1.9 teachers to a computer [1]. A report on ICT equipment and its use in Spanish homes indicated that 90.7% have Internet access and 80.9% have a computer at home [72].

However, in relation to the C.2 ICT and Teaching indicator, 50% of teachers responded “little or not at all” for the indicators TMA, TMC, LTD, and MDE, while 26.23% and 65.67% responded “a lot or rather a lot” to the indicators CCT and UHD, respectively. These data suggest that teachers’ perceptions of technology and teaching experience influence the use of ICT when teaching mathematics in the classroom. The literature postulates that the figure of the teacher is fundamental for the adequate integration of ICT in the teaching of mathematics [15]. Likewise, the results for the item CCT revealed that a large percentage of teachers do not take ICT into consideration in their mathematics marking criteria. Melilla’s mathematics teachers can be considered as belonging to group 3 in terms of integrating technology in the classroom. That is, they only use dynamic representations of problems to show mathematical relations [10]. Instead, teachers use digital tools for student assessment and monitoring. In this sense, the literature maintains that the teaching body has sufficient pedagogical content knowledge to evaluate student learning from a broad perspective [73]. However, it is necessary to reflect deeply on teachers’ marking criteria and the need for adequate training in this regard [74].

Regarding teaching practices, 95.08% of teachers surveyed affirmed that they adapt their teaching to students, 96.72% stated that they are aware of the most common types of successes and errors, and 83.61% stated that they evaluate student learning in different ways. Among the mathematics teachers surveyed in this study in Melilla, 73.77% were over 30 years old and 83.61% had more than 1 year of teaching experience. It has been postulated that teaching experience is associated with the use of effective teaching methodologies, albeit with a traditional approach, and there is a certain reluctance towards the incorporation of technology into teaching practices [26,59]. In relation to this, previous studies have shown generally low values in preservice teachers, with little experience in using methodological strategies to teach mathematics and use marking criteria appropriately [75]. The convenience of using other instruments to improve teaching functions has been emphasized [76].

However, the high scores obtained for the motivation indicator by mathematics teachers is worth noting. A total of 80.33% of the teaching staff affirmed that they feel very motivated by ICT because it facilitates their work, 72.13% stated that it facilitates their teaching practices, and 52.46% stated that it improves the academic results of the student body. In this sense, the most effective teachers establish pedagogical connections between contents and technologies through instrumental genesis [11]. In addition, 90.17% stated that they consider ICT training to be essential for teaching practices. Similarly, [27] affirmed that teachers are motivated if they receive support from the Educational Centre, considered as institutional determinants in the didactics of mathematics [2]. In contrast, a lack of support, especially from the management team, combined with low motivation on the part of the students, is associated with the burnout of teaching staff and abandonment of the teaching role [25]. Nevertheless, in line with the results for the indicators MTA and FCD used in this study, various authors have proposed that the use of ICT improves student learning and performance [23,43].

However, positive but weak correlations were observed between the ICT and teaching indicator and the motivation indicator. In other words, motivation does not explain the use of technology by the mathematics teacher. These results could be explained by taking the profiles of the mathematics teachers surveyed into account. We found that 83.61% of those surveyed had more than one year of experience and 67.21% were under 40 years of age. Conversely, the literature maintains that the age of mathematics teachers is negatively correlated with their use of ICT. In general, experienced teachers do not incorporate ICT into their lessons to improve their educational practice [19]. A previous study considered training to be the most important factor in determining the integration of ICT into the classroom due to its impact on teachers’ perceptions of technology and the improvement of digital competence [77].

Other less significant associations were observed in the present study between TMC and MDE and between MDE and LTD. The results of recent studies suggest that the use of ICT by teachers is conditioned by the availability of technological resources and their quality [16]. However, other findings show that, despite the availability of technological resources, teachers continue to use traditional

methodologies [30] and do not take advantage of the potential of IWBs because they do not clearly see the benefits of their use [47,50] or of their pedagogical potential for teaching [48]. In the present study, a significant correlation is observed between virtually all of the items of the indicator C.2 ICT and Teaching. However, the low correlation between FTD and UHD shows that the evaluation and monitoring of students with digital tools is associated more with ICT training than with teaching, with the correlation being weak.

On the other hand, the analysis between the indicators of the present study does not show significant correlations between the indicator C.3 ICT Resources with the rest of the indicators of the study. This result may explain that the fact of having ICT resources does not motivate Melilla's mathematics teachers to use technology. It is neither associated with teaching practice or training. Instead, there is a relationship between motivation and training in ICT. The available evidence postulates that one of the factors that influences the use of ICT is its perception by teachers [23] and whether they have a positive attitude towards its use in the classroom [21,28]. In addition, [21] argued that new teachers use ICT more frequently than teachers with more experience. In the present study, the positive responses of mathematics teachers to the motivation and perceptions of training indicators suggested that these factors are more relevant than teaching experience. For this reason, strong correlations appeared between the selection of technologies as a pedagogical tool due to their impact on learning, the transmission of content, and the influence on the teaching of mathematics. In line with the above, [28] postulated that a positive attitude towards technology in general facilitates learning and encourages the use of ICT by the teacher inside and outside of the classroom.

In the present study, no significant correlations were found between the ICT and teaching indicator and gender, age, or teaching experience. The above variables were not correlated with ICT training for teaching practices. However, recent studies showed a positive correlation between having less teaching experience and the use of technological resources in the classroom [21]. Similarly, a negative correlation was observed between teaching experience and digital competence and use of ICT in the classroom [26]. Age has been shown to be an influential variable when predicting ICT use, but teaching experience did not show a significant correlation with it [23]. In addition, several authors observed significant positive correlations between age and technostress present in teachers [55,78].

Regarding gender, men have been shown to have greater use of IWBs [20], greater efficacy towards solving technical problems, and greater confidence in the use of ICT [64]. For this reason, specific teacher training programs that reduce this inequality are recommended [66]. In contrast, a recent study on teachers' perceptions and uses of technologies, covering 13 countries, showed that gender differences are not significant in terms of the pedagogical use of ICT [63]. The findings of several studies showed no gender differences associated with technostress [54,55]. In the present study, correlations were not observed between the motivation indicator and gender, age, or teaching experience. However, it has been determined that motivation is negatively correlated with teaching experience, which, in turn, conditions the integration of ICT into teaching methodologies [26].

In relation to the results shown in Figures 2 and 3 of neural networks, related profiles of mathematics teachers were identified in these clusters. The use of such clusters would allow the initiation of customized vocational training programs that are appropriate to the teachers' competency profiles. The findings postulate that by classifying teachers based on their digital competence, effective learning environments that encourage the use of ICT in teaching practice can be designed and pedagogical strategies can be expanded [79]. In addition, having effective training actions would reduce the stress on teachers by strengthening the actions of specific technostress inhibitors such as digital literacy, technical support, and the promotion of active participation [54,55,80]. Support programs include training in the didactics of mathematics and in the use of its tools and resources [5], training to improve the digital competence of mathematics teachers [77], and to encourage women's participation, thereby reducing the gender gap associated with technology [66].



## 5. Conclusions

This study has demonstrated the possibility of defining different clusters of mathematics teachers according to motivational and competence profiles in the pedagogical and digital areas. This information is essential for the design of personalized training and teaching support programs appropriate to the needs of teachers and to reduce the effects of technostress in teachers.

Referring to the general profile of mathematics teachers in Melilla, young teachers with some teaching experience were found to have a positive perception of technologies with high scores for the indicator regarding motivation toward ICT, because it facilitates tasks, benefits the teaching function, and improves the students' performance. In addition, teachers stated that they consider ICT training to be essential for the teaching function. No correlation with teaching experience was found. In contrast, the methodological approach of mathematics teachers is generally traditional with little use of ICT to teach mathematics. In addition, teachers stated that they did not contemplate the use of ICT by their students in their qualification criteria. In this study, no significant gender differences were found.

One of the main limitations of the study regards the items analyzed and the nature of the questionnaire. However, this point was also a strength as it allowed an interdimensional analysis of the teaching staff. Another limitation of the study is the lack of information provided by network analysis on the characteristics of the subjects. The size of the study could be considered to be another limitation that could have affected our ability to generalize the results and the robustness of the conclusions obtained, but the statistical power indicated that the sample is representative. Nevertheless, due to the sample size, there are certain limitations to the generalization of the second conclusion. On the other hand, the context and approach of the study, the statistical analyses used, and the usefulness of the results obtained are strengths.

Finally, the results encourage further study on professional training and an in-depth analysis of teaching and digital competence from a different perspective. A proposal for future studies is to contrast the method used in the present study, with a LIME analysis, to obtain more complete information on the profiles of mathematics teachers. The most direct practical application is the design of effective personalized training programs focused on high-content teachers that reduce technostress among this group whose role is fundamental in teaching.

**Author Contributions:** Conceptualization, H.H.-M. (Hossein Hossein-Mohand) and J.-M.T.-T.; methodology, H.H.-M. (Hossein Hossein-Mohand) and J.-M.T.-T.; software, H.H.-M. (Hossein Hossein-Mohand); validation, H.H.-M. (Hossein Hossein-Mohand), M.G.-G., M.-P.C.-R., and J.-M.T.-T.; formal analysis, M.G.-G. investigation, H.H.-M. (Hossein Hossein-Mohand); resources, H.H.-M. (Hossein Hossein-Mohand); data curation, H.H.-M. (Hossein Hossein-Mohand); writing—original draft preparation, H.H.-M. (Hossein Hossein-Mohand); writing—review and editing, H.H.-M. (Hossein Hossein-Mohand) and J.-M.T.-T.; visualization, M.G.-G.; supervision, M.G.-G., J.-M.T.-T., H.H.-M. (Hossein Hossein-Mohand), and M.-P.C.-R. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:** This research received no external funding.

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

## References

1. INE. Estadística de la Sociedad de la Información y la Comunicación en los Centros Educativos no Universitarios. Curso 2018–2019. Available online: <https://www.educacionyfp.gob.es/servicios-al-ciudadano/estadisticas/no-universitaria/centros/sociedad-informacion/2018-2019.html> (accessed on 10 October 2020).
2. Chevallard, Y. *La Transposición Didáctica, 2ª Reimp*; Aique Grupo Editor: Buenos Aires, Argentina, 2005.
3. Vergnaud, G. Why the theory of conceptual fields? *Infanc. Aprendiz.* **2013**, *36*, 131–161. [[CrossRef](#)]
4. Trouche, L.; Monaghan, J.; Borwein, J.M. *Didactics of Mathematics: Concepts, Roots, Interactions and Dynamics from France*; Springer: Cham, Switzerland, 2016; Volume 110, pp. 219–256.
5. Butlen, D.; Masselot, P. Challenges and modalities of formation for the teachers of the schools in didactics of mathematics. *Can. J. Sci. Math. Technol. Educ.* **2019**, *19*, 91–106. [[CrossRef](#)]

6. Lagrange, J.-B.; Artigue, M.; Laborde, C.; Trouche, L. Technology and mathematics education: A multidimensional study of the evolution of research and innovation. In *Second International Handbook of Mathematics Education*; Springer: Amsterdam, The Netherlands, 2003; pp. 237–269.
7. Kieran, C.; Drijvers, P. Digital technology and mathematics education: Core ideas and key dimensions of Michèle Artigue’s theoretical work on digital tools and its impact on mathematics education research. In *The Didactics of Mathematics: Approaches and Issues*; Springer: Amsterdam, The Netherlands, 2016; pp. 123–142.
8. Trouche, L.; Rocha, K.; Gueudet, G.; Pepin, B. Transition to digital resources as a critical process in teachers’ trajectories: The case of Anna’s documentation work. *ZDM Math. Educ.* **2020**. [[CrossRef](#)]
9. Olive, J.; Makar, K.; Hoyos, V.; Kor, L.K.; Kosheleva, O.; Straesser, R. Mathematical Knowledge and Practices Resulting from access to Digital Technologies. In *Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain, 17th ICMI Study*; Springer: Boston, MA, USA, 2010; Volume 13, pp. 133–177. [[CrossRef](#)]
10. Moreno, M.; Llinares, S. Prospective Mathematics Teachers’ Perspectives on Technology. In *Educating Prospective Secondary Mathematics Teachers: Knowledge, Identity and Pedagogical Practices*; Strutchens, M.E., Huang, R., Potari, D., Losano, L., Eds.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2018; pp. 125–142.
11. Hollebrands, K.; Okumus, S. Secondary mathematics teachers’ instrumental integration in technology-rich geometry classrooms. *J. Math. Behav.* **2018**, *49*, 82–94. [[CrossRef](#)]
12. Healy, L.; Lagrange, J.-B. Introduction to section 3. In *Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain*; Springer: New York, NY, USA, 2009; pp. 287–292.
13. Trouche, L.; Gitirana, V.; Miyakawa, T.; Pepin, B.; Wang, C.Y. Studying mathematics teachers interactions with curriculum materials through different lenses: Towards a deeper understanding of the processes at stake. *Int. J. Educ. Res.* **2019**, *93*, 53–67. [[CrossRef](#)]
14. Bray, A.; Tangney, B. Technology usage in mathematics education research—A systematic review of recent trends. *Comput. Educ.* **2017**, *114*, 255–273. [[CrossRef](#)]
15. Forsstrom, S.E. Role of teachers in students’ mathematics learning processes based on robotics integration. *Learn. Cult. Soc. Interact.* **2019**, *21*, 378–389. [[CrossRef](#)]
16. Gui, M.; Parma, A.; Comi, S. Does Public Investment in ICTs Improve Learning Performance? Evidence from Italy. *Policy Internet* **2018**, *10*, 141–163. [[CrossRef](#)]
17. Guillén-Gámez, F.D.; Mayorga-Fernández, M.J. Identification of Variables that Predict Teachers’ Attitudes toward ICT in Higher Education for Teaching and Research: A Study with Regression. *Sustainability* **2020**, *12*, 1312. [[CrossRef](#)]
18. Mercader, C. Explanatory model of barriers to integration of digital technologies in higher education institutions. *Educ. Inf. Technol.* **2020**. [[CrossRef](#)]
19. Liu, Q.; Geertshuis, S.; Grainger, R. Understanding academics’ adoption of learning technologies: A systematic review. *Comput. Educ.* **2020**, *151*. [[CrossRef](#)]
20. Park, J.-H.; Kim, C.; Ham, J. High-school students’ understanding and use of mathematics textbooks. *Math. Educ.* **2019**, *58*, 589–607.
21. Semerci, A.; Aydin, M.K. Examining High School Teachers’ Attitudes towards ICT Use in Education. *Int. J. Progress. Educ.* **2018**, *14*, 93–105. [[CrossRef](#)]
22. Maio, G.R.; Haddock, G.; Verplanken, B. *The Psychology of Attitudes and Attitude Change*; Sage Publications Limited: London, UK, 2018.
23. Guillén-Gámez, F.D.; Mayorga-Fernández, M.J.; Bravo-Agapito, J.; Escribano-Ortiz, D. Analysis of Teachers’ Pedagogical Digital Competence: Identification of Factors Predicting Their Acquisition. *Technol. Knowl. Learn.* **2020**. [[CrossRef](#)]
24. Spiteri, M.; Rundgren, S.-N.C. Literature Review on the Factors Affecting Primary Teachers’ Use of Digital Technology. *Technol. Knowl. Learn.* **2020**, *25*, 115–128. [[CrossRef](#)]
25. Tanas, L.; Winkowska-Nowak, K.; Pobiega, K. The Importance of Teachers’ Need for Cognition in Their Use of Technology in Mathematics Instruction. *Front. Psychol.* **2020**, *11*, 259. [[CrossRef](#)]
26. Hsu, C.-Y.; Tsai, M.-J.; Chang, Y.-H.; Liang, J.-C. Surveying in-service teachers’ beliefs about game-based learning and perceptions of technological pedagogical and content knowledge of games. *J. Educ. Technol. Soc.* **2017**, *20*, 134–143.

27. Moreira-Fontan, E.; Garcia-Senoran, M.; Conde-Rodriguez, A.; Gonzalez, A. Teachers' ICT-related self-efficacy, job resources, and positive emotions: Their structural relations with autonomous motivation and work engagement. *Comput. Educ.* **2019**, *134*, 63–77. [[CrossRef](#)]
28. Sánchez-Prieto, J.C.; Huang, F.; Olmos-Miguelanez, S.; Garcia-Penalvo, F.J.; Teo, T. Exploring the unknown: The effect of resistance to change and attachment on mobile adoption among secondary pre-service teachers. *Br. J. Educ. Technol.* **2019**, *50*, 2433–2449. [[CrossRef](#)]
29. Skiba, D.J. Horizon Report: Knowledge Obsolescence, Artificial Intelligence, and Rethinking the Educator Role. *Nurs. Educ. Perspect.* **2017**, *38*, 165–167. [[CrossRef](#)]
30. Varela-Ordorica, S.A.; Valenzuela-González, J.R. Use of Information and Communication Technologies as a Transversal Competence in Teacher Training. *Rev. Electrónica Educ.* **2020**, *24*, 172–191. [[CrossRef](#)]
31. Dostal, J.; Wang, X.; Nuangchalerm, P. Experiments in Education Supported by Computer Use: Teachers' Attitudes towards Computers. In Proceedings of the 9th International Conference on Computer Supported Education (Csedu), Porto, Portugal, 21–23 April 2017; Volume 2, pp. 248–254. [[CrossRef](#)]
32. Bond, M. Facilitating student engagement through the flipped learning approach in K-12: A systematic review. *Comput. Educ.* **2020**, *151*. [[CrossRef](#)]
33. Hinojo Lucena, F.J.; López Belmonte, J.; Fuentes Cabrera, A.; Trujillo Torres, J.M.; Pozo Sánchez, S. Academic effects of the use of flipped learning in physical education. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 276. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
34. Lo, C.K.; Lie, C.W.; Hew, K.F. Applying “First Principles of Instruction” as a design theory of the flipped classroom: Findings from a collective study of four secondary school subjects. *Comput. Educ.* **2018**, *118*, 150–165. [[CrossRef](#)]
35. Beserra, V.; Nussbaum, M.; Oteo, M. On-Task and Off-Task Behavior in the Classroom: A Study on Mathematics Learning With Educational Video Games. *J. Educ. Comput. Res.* **2019**, *56*, 1361–1383. [[CrossRef](#)]
36. Deng, L.; Wu, S.; Chen, Y.; Peng, Z. Digital game-based learning in a Shanghai primary-school mathematics class: A case study. *J. Comput. Assist. Learn.* **2020**. [[CrossRef](#)]
37. Vanbecelaere, S.; Van den Berghe, K.; Cornillie, F.; Sasanguie, D.; Reynvoet, B.; Depaepe, F. The effects of two digital educational games on cognitive and non-cognitive math and reading outcomes. *Comput. Educ.* **2020**, *143*. [[CrossRef](#)]
38. Dalby, D. Professional learning through collaborative research in mathematics. *Prof. Dev. Educ.* **2019**, *15*. [[CrossRef](#)]
39. Mora, H.; Teresa Signes-Pont, M.; Fuster-Guillo, A.; Pertegal-Felices, M.L. A collaborative working model for enhancing the learning process of science & engineering students. *Comput. Hum. Behav.* **2020**, *103*, 140–150. [[CrossRef](#)]
40. Kim, H.-K. Meta analysis on the improvement of academic performance by the teaching method for underachievers of learning mathematics. *Math. Educ.* **2020**, *59*, 31–45.
41. Panahi, M.; Jafarkhani, F.; Bozorg, Z.J.; Nikkho, L. Reviewing learning environments: Effect of flipped classroom on learning levels of mathematics in primary schools. In Proceedings of the 12th annual International Conference of Education, Research and Innovation, Seville, Spain, 11–13 November 2019; Chova, L.G., Martinez, A.L., Torres, I.C., Eds.; 2019; pp. 8561–8566.
42. Dalby, D.; Swan, M. Using digital technology to enhance formative assessment in mathematics classrooms. *Br. J. Educ. Technol.* **2019**, *50*, 832–845. [[CrossRef](#)]
43. Fernández-Batanero, J.M.; Cabero, J. Knowledge and degree of training of primary education teachers in relation to ICT taught to disabled students. *Br. J. Educ. Technol.* **2019**, *50*. [[CrossRef](#)]
44. Andersen, S.C.; Beuchert, L.; Nielsen, H.S.; Thomsen, M.K. The effect of teacher's aides in the classroom: Evidence from a randomized trial. *J. Eur. Econ. Assoc.* **2020**, *18*, 469–505. [[CrossRef](#)]
45. Mikropoulos, T.A. *Research on E-Learning and ICT in Education: Technological, Pedagogical and Instructional Perspectives*; Springer: Cham, Switzerland, 2018.
46. Alemayehu, G.; Natarajan, M. Impact of ICT facility on student's academic performance in Jimma University, Ethiopia. *Int. J. Inf. Dissem. Technol.* **2018**, *8*, 136–142. [[CrossRef](#)]
47. Fernandes, G.W.R.; Rodrigues, A.M.; Ferreira, C.A. Professional development and use of digital technologies by science teachers: A review of theoretical frameworks. *Res. Sci. Educ.* **2018**, *50*, 673–708. [[CrossRef](#)]
48. Chen, I.H.; Gamble, J.H.; Lee, Z.-H.; Fu, Q.-L. Formative assessment with interactive whiteboards: A one-year longitudinal study of primary students' mathematical performance. *Comput. Educ.* **2020**, *150*. [[CrossRef](#)]

49. Brecka, P.; Valentova, M.; Haskova, A. Development of students' key competences and knowledge through interactive whiteboard. *Ad Alta J. Interdiscip. Res.* **2019**, *9*, 19–28.
50. Aflalo, E.; Zana, L.; Huri, T. The interactive whiteboard in primary school science and interaction. *Interact. Learn. Environ.* **2018**, *26*, 525–538. [CrossRef]
51. Burke, P.F.; Schuck, S.; Aubusson, P.; Kearney, M.; Frischknecht, B. Exploring teacher pedagogy, stages of concern and accessibility as determinants of technology adoption. *Technol. Pedagog. Educ.* **2018**, *27*, 149–163. [CrossRef]
52. OECD. Panorama de la Educación 2015. Available online: [https://www.oecd-ilibrary.org/panorama-de-la-educacion-2015-indicadores-de-la-ocde\\_5jlz4xc81njc.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpublication%2Ffeag-2015-es&mimeType=pdf](https://www.oecd-ilibrary.org/panorama-de-la-educacion-2015-indicadores-de-la-ocde_5jlz4xc81njc.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpublication%2Ffeag-2015-es&mimeType=pdf) (accessed on 10 October 2020).
53. Kundu, A.; Bej, T.; Dey, K.N. An empirical study on the correlation between teacher efficacy and ICT infrastructure. *Int. J. Inf. Learn. Technol.* **2020**. [CrossRef]
54. De Brabander, C.J.; Glastra, F.J. The unified model of task-specific motivation and teachers' motivation to learn about teaching and learning supportive modes of ICT use. *Educ. Inf. Technol.* **2020**. [CrossRef]
55. Califf, C.B.; Brooks, S. An empirical study of techno-stressors, literacy facilitation, burnout, and turnover intention as experienced by K-12 teachers. *Comput. Educ.* **2020**, *157*. [CrossRef]
56. Li, L.; Wang, X. Technostress inhibitors and creators and their impacts on university teachers' work performance in higher education. *Cogn. Technol. Work* **2020**. [CrossRef]
57. Zee, M.; Koomen, H.M.Y. Teacher Self-Efficacy and Its Effects on Classroom Processes, Student Academic Adjustment, and Teacher Well-Being: A Synthesis of 40 Years of Research. *Rev. Educ. Res.* **2016**, *86*, 981–1015. [CrossRef]
58. Wang, X.H.; Tan, S.C.; Li, L. Measuring university students' technostress in technology-enhanced learning: Scale development and validation. *Australas. J. Educ. Technol.* **2020**, *36*, 96–112. [CrossRef]
59. Comi, S.L.; Argentin, G.; Gui, M.; Origo, F.; Pagani, L. Is it the way they use it? Teachers, ICT and student achievement. *Econ. Educ. Rev.* **2017**, *56*, 24–39. [CrossRef]
60. García, M.G.; Hamed, M.B.; Dorado, C.P.; Valera, R.S. Formación docente en línea a distancia. Un análisis de los perfiles y la opinión de los profesores. *Rev. Electrón. Interuniv. Form. Profr.* **2020**, *23*. [CrossRef]
61. Napal Fraile, M.; Penalva-Velez, A.; Mendiros Lacambra, A.M. Development of Digital Competence in Secondary Education Teachers' Training. *Educ. Sci.* **2018**, *8*, 104. [CrossRef]
62. Hinojo-Lucena, F.-J.; Aznar-Díaz, I.; Cáceres-Reche, M.-P.; Trujillo-Torres, J.-M.; Romero-Rodríguez, J.-M. Factors influencing the development of digital competence in teachers: Analysis of the teaching staff of permanent education centres. *IEEE Access* **2019**, *7*, 178744–178752. [CrossRef]
63. Cekse, I.; Geske, A.; Pole, O. Teacher in Citizenship Education Learning Process. In *Society, Integration, Education, Volume II, 2018: School Pedagogy, Preschool Pedagogy*; Rezekne Academy of Technologies: Rezekne, Latvia, 2018; pp. 84–92. [CrossRef]
64. Gebhardt, E.; Thomson, S.; Ainley, J.; Hillman, K. Teacher Gender and ICT. In *Gender Differences in Computer and Information Literacy*; Springer: Cham, Switzerland, 2019; pp. 53–68.
65. Cussó-Calabuig, R.; Farran, X.C.; Bosch-Capblanch, X. Effects of intensive use of computers in secondary school on gender differences in attitudes towards ICT: A systematic review. *Educ. Inf. Technol.* **2018**, *23*, 2111–2139. [CrossRef]
66. Sánchez-Prieto, J.; Trujillo-Torres, J.M.; Gómez-García, M.; Gómez-García, G. Gender and Digital Teaching Competence in Dual Vocational Education and Training. *Educ. Sci.* **2020**, *10*, 84. [CrossRef]
67. Prendes-Espinosa, M.-P.; Garcia-Tudela, P.-A.; Solano-Fernandez, I.-M. Gender equality and ICT in the context of formal education: A systematic review. *Comunicar* **2020**, *28*, 9–20. [CrossRef]
68. Informe 2019 Sobre el Estado del Sistema Educativo: Curso 2017–2018. Available online: <http://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:4f35ae94-f996-4ceb-b3f0-21b2e421ec26/i19cee-informe.pdf> (accessed on 10 October 2020).
69. Vallés Martínez, M.S.; d'ancona, C.; Angeles, M.; Izquierdo Escribano, A. Las Encuestas Sobre Inmigración en España y en Europa. Tópicos, Medios de Comunicación y Política Migratoria. In *Informe Sobre els Gitanos Romanesos a Barcelona*; Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Observatorio Permanente de la Inmigración: Madrid, Spain, 1999.
70. Rosenbluth, A.; Cruzat-Mandich, C.; Ugarte, M.L. Methodology to Validate a Competencies Assessment Tool for Psychology Students. *Univ. Psychol.* **2016**, *15*, 303–314.

71. Yee, T.W. Quantile regression via vector generalized additive models. *Stat. Med.* **2004**, *23*, 2295–2315. [[CrossRef](#)]
72. Yeo, I.K.; Johnson, R.A. A new family of power transformations to improve normality or symmetry. *Biometrika* **2000**, *87*, 954–959. [[CrossRef](#)]
73. INE. Encuesta Sobre Equipamiento y uso de Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares. Available online: [https://www.ine.es/CDINEbase/consultar.do?mes=Octubre+2019&id\\_mes=Ir&operacion=&L=0](https://www.ine.es/CDINEbase/consultar.do?mes=Octubre+2019&id_mes=Ir&operacion=&L=0) (accessed on 10 October 2020).
74. Aktas, F.N.; Argun, Z. Examination of Mathematical Values in Classroom Practices: A Case Study of Secondary Mathematics Teachers. *Egit. Bilim Educ. Sci.* **2018**, *43*, 121–141. [[CrossRef](#)]
75. Arnal-Bailera, A.; Cid, E.; Muñoz-Escolano, J.M.; Oller-Marcén, A.M. Marking Mathematics Exams. A Tool for Secondary Teacher Education. In *Educating Prospective Secondary Mathematics Teachers*; Springer: Cham, Switzerland, 2018; pp. 245–265.
76. Martin, D.; Jamieson-Proctor, R. Development and validation of a survey instrument for measuring pre-service teachers' pedagogical content knowledge. *Int. J. Res. Method Educ.* **2019**. [[CrossRef](#)]
77. Santagata, R.; Sandholtz, J.H. Preservice Teachers' Mathematics Teaching Competence: Comparing Performance on Two Measures. *J. Teach. Educ.* **2019**, *70*, 472–484. [[CrossRef](#)]
78. Griffith, S.F.; Hagan, M.B.; Heymann, P.; Heflin, B.H.; Bagner, D.M. Apps As Learning Tools: A Systematic Review. *Pediatrics* **2020**, *145*. [[CrossRef](#)]
79. Wang, X.H.; Li, B. Technostress among University Teachers in Higher Education: A Study Using Multidimensional Person-Environment Misfit Theory. *Front. Psychol.* **2019**, *10*, 1791. [[CrossRef](#)]
80. Tondeur, J.; Scherer, R.; Baran, E.; Siddiq, F.; Valtonen, T.; Sointu, E. Teacher educators as gatekeepers: Preparing the next generation of teachers for technology integration in education. *Br. J. Educ. Technol.* **2019**, *50*, 1189–1209. [[CrossRef](#)]

**Publisher's Note:** MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



© 2020 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



**ARTÍCULO N°3**

**Analysis of the Use and Integration of the Flipped Learning Model, Project-Based Learning, and Gamification Methodologies by Secondary School Mathematics Teachers**

<https://doi.org/10.3390/su13052606>.



**Autores:**

- D. Hossein Hossein Mohand. Universidad Autónoma de Madrid.
- Dr. Juan Manuel Trujillo Torres. Universidad de Granada.
- Dr. Melchor Gómez García. Universidad Autónoma de Madrid.
- D. Hassan Hossein Mohand. Universidad Autónoma de Madrid.
- Dr. Antonio Campos Soto. Universidad de Granada.

## Resumen Artículo nº 3

En el campo de la didáctica de las Matemáticas, se puede utilizar una gran cantidad de recursos metodológicos, pedagógicos y tecnológicos, que facilitan el proceso de enseñanza aprendizaje, favorecen el desarrollo de comunidades en línea y promueven ampliamente la difusión de contenidos y conocimientos. Para promover el aprendizaje y las prácticas de las Matemáticas y de las ciencias en general, los recursos didácticos se diseñan con programas dinámicos y atractivos. En este sentido, el docente tiene la capacidad y la responsabilidad de integrar de forma adecuada las TIC en la enseñanza de las Matemáticas empleando modelos pedagógicos y metodologías activas efectivas.

En este contexto, se propone un análisis transversal de las variables que podrían incidir en el empleo del modelo de Aula Invertida y las metodologías activas Aprendizaje Basado en Proyectos y Gamificación, a través de las percepciones del profesorado de Matemáticas de Melilla para su DPD.

El estudio presenta como aportación original el riguroso análisis estadístico empleado. También propone como novedad un análisis de las tres metodologías del estudio y de la influencia de variables tecnológicas en la elección de estas para la misma muestra. Además, muestra un perfil del docente de Matemáticas diferenciado según sus preferencias tecnológicas y metodológicas mediante un mapa de calor.



**Tabla 21.**

## Resumen Metodología y Objetivos del Artículo nº 3






<p><b>Título 3:</b> Analysis of the Use and Integration of Flipped Learning, Project-Based Learning and Gamification Methodologies By Secondary School Mathematics Teachers</p> <p><b>Publicado en:</b> Sustainability 2021, Volume 13, Issue 5, 2606</p> <p>Sustainability (Factor de impacto JCR 3.251, categoría ENVIROMENTAL SCIENCES-SCIE (53/123) Q2/T2)).</p>		
<p><b>Población:</b> Docentes de Matemáticas de la C. A. de Melilla (N=73 docentes, 34.25% mujeres)</p> <p><b>Muestra:</b> n= 61. (34.42% mujeres. &lt;30 años (8.20%); 31-40 años (26.23%); 41-50 años (40.98%); 51 -60 años (13.11%) &gt;61 años (11.48%).</p> <p><b>Metodología:</b> Cuasi experimental sin prepost y sin grupo de control.</p> <p><b>Diseño:</b> Estudio observacional de corte cuantitativo con carácter descriptivo.</p>		
Dimensión	Indicadores	Variables
B. Matemáticas y Práctica Docente	B.1 Metodologías y Modelos Pedagógicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.11-FPL ¿Usas o has usado alguna vez el modelo pedagógico Flipped Learning?</li> <li>• B.12-PBL ¿Usas o has usado alguna vez Project-Based Learning como metodología activa en el aula?</li> <li>• B.13-GML ¿Usas o has usado alguna vez Gamificación como metodología activa en el aula?</li> <li>• B.23-VED Utilizo una amplia variedad de enfoques docentes en el entorno del aula.</li> <li>• B.24-EAA Evalúo el aprendizaje del alumnado de diferentes maneras.</li> <li>• B.25-ODA Sé cómo organizar y mantener la dinámica en el aula.</li> </ul>
	B.2 Práctica Docente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.26-EDP Selecciono enfoques docentes de manera eficaz para guiar el pensamiento y el aprendizaje del alumnado en Matemáticas.</li> <li>• B.27-MTM Considero que son mejorables mis técnicas metodológicas.</li> <li>B.24-EAA Evalúo el aprendizaje del alumnado de diferentes maneras.</li> </ul>

<p>C. TIC en el Entorno del Profesorado</p>	<p>C.1 Formación en TIC</p> <p>C.2 TIC y Docencia</p> <p>C.5 Comunicación y Colaboración</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C.11-FTP Considero indispensable la formación en TIC para uso personal.</li> <li>• C.13- FTD Considero indispensable la formación en TIC para la PD.</li> <li>• C.16-FCM ¿Qué formación has recibido en creación de contenidos Moodle?</li> <li>• C.17-FCW ¿Qué formación has recibido en creación de páginas Web?</li> <li>• C.18-FMO ¿Qué formación has recibido en el manejo del paquete Office?</li> <li>• C.19-FRE ¿Qué formación has recibido en European Computer Driving License (ECDL)?</li> <li>• C.20-FOT ¿Has recibido otra formación en TIC?</li> <li>• C.21-TUM Conozco tecnologías que puedo usar para comprender y elaborar contenidos sobre Matemáticas.</li> <li>• C.22-TED Seleccione tecnologías que mejoran los enfoques docentes para una lección.</li> <li>• C.24-LTD Puedo impartir lecciones que combinan adecuadamente Matemáticas, tecnologías y enfoques docentes.</li> <li>• C.26-MDE Uso en los materiales docentes para el aula, estrategias que combinan contenidos, tecnologías y enfoques docentes sobre los cuales he aprendido.</li> <li>• C27-CCT Tengo en cuenta en los criterios de calificación, el uso de las TIC.</li> <li>• C.28-UHD herramientas digitales para realizar la evaluación, tutoría y/o seguimiento del alumnado.</li> <li>• C.29-PCD ¿Cuántas horas semanales dedicas a la preparación de contenidos digitales para tus clases de Matemáticas?</li> <li>• C.51-PFM Participo en foros y chat de contenido matemático</li> <li>• C.52-ACE Uso herramientas para la comunicación en línea con agentes de la comunidad educativa: foros, mensajería instantánea, chats...</li> <li>• C.53-UBA Uso Blogs y wikis para desarrollar plataformas de aprendizaje en línea para el alumnado.</li> <li>• C.54-CIC Comparto información y contenidos educativos en redes sociales y comunidades y espacios en línea en función de los destinatarios.</li> <li>• C.55-DTT En el departamento, trabajamos en grupo para desarrollar contenidos y estrategias para la docencia con las TIC.</li> <li>• C.56-PPC Participo en proyectos de centro colaborativos relacionados con las tecnologías digitales.</li> </ul>
<p>D. Usos, Recursos y Dominio de las TIC</p>	<p>D.3 TIC en el Aula</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• D.31-UTA Suele utilizar los recursos TIC que hay en el aula (Proyectores, pizarra digital...) para dar clases.</li> <li>• D.32-PDI Uso las herramientas o software de la Pizarra Digital Interactiva para impartir clases de Matemáticas.</li> <li>• D.33-EVA Uso los entornos virtuales de aprendizaje (Moodle, Webct...) para impartir clases de Matemáticas.</li> <li>• D.34-PEM Uso las plataformas educativas (Factoría del Tutor, Wepack...) para impartir clases de Matemáticas.</li> <li>• D.35-SEA Uso software educativo de autor (Cuadernia, Edilim, Jclit...) para impartir clases de Matemáticas.</li> <li>• D.36-OPT En clase usamos ordenadores, portátiles, tablets... para aprender o repasar Matemáticas.</li> </ul>
<p><b>Procedimiento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estadística descriptiva.</li> <li>• Modelo de regresión Lineal.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de correlaciones lineales entre las variables de mayor impacto.</li> <li>• Mapa de calor con las variables de mayor impacto. Para identificar clústeres.</li> <li>• Análisis de componentes principales (PCA).</li> </ul>

<p><b>Objetivo general:</b> Analizar factores que podrían incidir en el empleo del modelo Flipped Learning y las metodologías Aprendizaje Basado en Problemas y Gamificación a través de las percepciones del profesorado de Matemáticas de Melilla en su PD.</p>	<p><b>Objetivos específicos:</b> Identificar las variables tecnológicas y académicas de los indicadores B.2 “Practica Docente”, B.3 “Ratios”, C.1 “Formación TIC”, C.2 “TIC y Docencia”, C.5 “Comunicación and Colaboración”, “Las TIC en el entorno del Docente” y “TIC en el Aula”, que podrían incidir en la elección del modelo pedagógico y las diferentes metodologías del estudio.</p>
---	---

## Article

# Analysis of the Use and Integration of the Flipped Learning Model, Project-Based Learning, and Gamification Methodologies by Secondary School Mathematics Teachers

Hossein Hossein-Mohand <sup>1,\*</sup> , Juan-Manuel Trujillo-Torres <sup>2</sup> , Melchor Gómez-García <sup>1</sup> ,  
Hassan Hossein-Mohand <sup>1</sup>  and Antonio Campos-Soto <sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Department of Pedagogy, Faculty of Teacher Training and Education, Universidad Autónoma de Madrid (UAM), 28049 Madrid, Spain; melchor.gomez@uam.es (M.G.-G.); hassan.hossein@estudiante.uam.es (H.H.-M.)

<sup>2</sup> Department of Didactics and School Organization, Faculty of Educational Sciences, Universidad de Granada (UGR), 18071 Granada, Spain; jttorres@ugr.es (J.-M.T.-T.); acaso4@correo.ugr.es (A.C.-S.)

\* Correspondence: hossein@centrosd2.com



**Citation:** Hossein-Mohand, H.; Trujillo-Torres, J.-M.; Gómez-García, M.; Hossein-Mohand, H.; Campos-Soto, A. Analysis of the Use and Integration of the Flipped Learning Model, Project-Based Learning, and Gamification Methodologies by Secondary School Mathematics Teachers. *Sustainability* **2021**, *13*, 2606. <https://doi.org/10.3390/su13052606>

Academic Editors:  
Verónica Marín-Díaz and Juana M<sup>a</sup> Ortega Tudela

Received: 18 January 2021  
Accepted: 23 February 2021  
Published: 1 March 2021

**Publisher's Note:** MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



**Copyright:** © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Abstract:** In the didactics of mathematics, many technological resources can be used with teaching strategies, techniques, models, and methodologies that facilitate the teaching–learning process. Pedagogical models such as Flipped Learning and active methodologies such as Project-Based Learning and Gamification have a relevant role in education. Objectives. (1) To identify the variables of teaching practices, ratios, and mathematics teacher training indicators that could influence the choice of different study models or methodologies. Method. A total of 73 teachers from the Autonomous City of Melilla were included in a cross-sectional study. Teachers filled out a validated questionnaire with 35 questions regarding mathematics and teacher training, information and communication technology (ICT) uses, resources and mastery, communication, and collaboration. Results. The statistical analyses revealed significant positive influences between the Flipped Learning model, Project-Based Learning, and Gamification with the evaluated items. Furthermore, Project-Based Learning showed a negative association with two items of the teaching practice indicator. Conclusion. The exchange of information and content through online spaces, participation, and collaboration in center projects related to digital technologies and educational software to teach mathematics had a significant impact on the choice of Flipped Learning model and active methodologies.

**Keywords:** educational technologies; digital competence; active methodologies; Flipped Learning model; Project-Based Learning; Gamification

## 1. Introduction

Didactics is defined as the science of knowledge dissemination and the study of the elements that support it: tasks, techniques, technologies, and a theory that justifies these technologies [1]. In mathematics education, mathematical knowledge, structured in differentiated constructs according to Brousseau and Chevallard's theories, is acquired by learning and solving mathematical problems through the conceptual component of the schemes [2,3].

Even though problem-solving with statements is significantly associated with memory and other cognitive resources, it is one of the greatest difficulties for mathematics students, mainly due to comprehension problems [4]. The elements that most influence problem-solving competence with statements are: textbooks, software, and teachers [4]. There are also differences between the theoretical problems in textbooks and the real problems faced by students in real life. In this sense, the mathematics teacher is essential and must be trained and updated on the use of tools and resources proper to mathematics teaching [5].

In mathematics education, pedagogical links between content and technology are established through “instrumental genesis” [6]. This term was coined by Lagrange et al. (2003) to name the transformation from “artifact” to “instrument” [7]. The instrumental genesis for teaching mathematics through technology is a laborious process for the teacher that requires time [8].

In the area of mathematics teaching, a large number of open digital educational resources can be used [9,10], which facilitate the process of teaching and learning [11], favor the development of online communities, and widely promote the dissemination of resources for the mathematics teacher [12]. To promote learning and practice of mathematics and science in general, educational resources are designed with dynamic and attractive programs [13–15]. In this sense, the teacher has the ability and responsibility to properly integrate information and communication technologies (ICT) into mathematics teaching [16].

The use of ICT tools for graphic representation facilitates the collection and interpretation of data and the understanding of mathematical concepts necessary in the learning of science in general, and mathematics in particular [17]. In general, mobile learning environments also allow the implementation of pedagogical strategies for teaching mathematics that are not subject to spatial–temporal limitations [18]. Flexible software learning paths allow teachers to better meet the needs of individual students [14]. As an example, we can cite GeoGebra, the most dynamic mathematics software used worldwide [13,15,19]; however, the use of educational software such as GeoGebra, Maple, MalMath, and Wolfram Alpha is dependent upon the technological skills of the students, the availability of technological resources, or technical limitations (obsolete equipment, internet, etc.).

On the other hand, the combination of technology and pedagogical strategies facilitates critical, systemic, and computational thinking skills, decision making, and problem-solving, which are considered “21st-century skills” [19]. In a technological society in constant evolution, hybrid methods [20–22] and active methodologies have a very relevant role in education because of their special contribution to the teaching–learning process [23,24].

Although there is a wide variety of strategies, pedagogical models, and active methodologies applicable to the teaching of mathematics, in this study, we analyzed Flipped Learning, Project-Based Learning, and Gamification because of their widely developed use in secondary education.

### 1.1. Flipped Learning

The term inverted classroom (IC) was originally coined by [25] and originally used in the teaching of Economics, where the teacher requested an approach to the subject prior to the class [26,27]. In 2012, Bergmann and Sams opted for the term Flipped Classroom model (FCM) [28,29]. Flipped Learning is a pedagogical model that inverts the moments and roles of traditional teaching by transferring certain learning processes to outside the classroom and using class time to facilitate, enhance, and deepen student learning [20]. If it is properly developed, it favors all phases of the learning cycle of Bloom’s Taxonomy [30].

Its proper use requires technological resources to approach the contents [22], and although it began in higher education, its use is widespread in American primary schools [31]. Among the benefits, the inverted classroom model allows for the optimization of time, the incorporation of technological resources [32], and the personalization of the teaching and learning processes [23]. In addition, teachers can dedicate more time to diversity, promote collaborative work among the entire educational community [33,34], and provide students with resources at any time for their learning [35].

Different studies show how the Flipped Learning model positively impacts students in secondary education [36–38] and in higher education [39–41]. In addition, positive results are observed in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) education, involving students in experimental environments to encourage learning [42].

Students perceive the usefulness of the Flipped Learning model [43], highlighting its instrumental dimension in the autonomous learning of mathematics [23]. Teachers

also value the significant improvement of their performance during their training process compared to the traditional models [44] and students' significant progress in terms of their academic performance in mathematics [37]. Despite the positive evaluation, some studies maintain that the effect on the satisfaction of students and teachers is moderated by the necessary dedication [31]. In addition, the literature shows other disadvantages associated with the model, such as stage fright when recording, the new organization of the on-site class, the lack of monitoring by students with low socioeconomic status, and the low self-motivation of students with low academic performance [32].

### 1.2. Active Methodologies

Before starting to address the issue, we could ask the following question: what are active methodologies? One of the possible definitions of active methodologies is "Those methods, techniques, and strategies used by the teacher to convert the teaching process into activities that encourage active student participation and lead to learning" [45]. Based on this definition, active methodologies require continuous learning by teachers in the use of pedagogical strategies [46], technological resources, and Content Pedagogical Technological Knowledge (TPACK) [47].

These methodologies have been significantly developed due to their innovative approach and results in the process of the teaching and learning of students [48,49].

#### 1.2.1. Project-Based Learning

The Project-Based Learning methodology (PBL) emerged from the innovative trends of the early 20th century in 1918. William Heart Kilpatrick laid the foundations of this methodology, guided by the "experimental philosophy of education" that guides student learning based on their life experiences [50]. Depending on the purpose, Project-Based Learning is classified into four types: making a final product (Producer's Project); knowing a subject and enjoying its knowledge or experience (Consumer's Project); improving a specific technique or skill (Specific learning); solving an intellectual problem (Problem Project) [51].

Project-Based Learning promotes the active learning of students by strengthening the learning of educational skills in a cross-sectional and multidisciplinary way [52,53] but also integrates values such as cooperation, organization, and time management in a practical way [54]. The direct involvement of students favors creativity, motivation, and the ability to approach challenges in teams from an inclusive perspective [55]. This method can coexist with the traditional teaching-learning system, combining the teacher's expository work with practical collaborative work when developing a concrete project [56].

This system of project implementation is quite common in higher education [57,58]. For its implementation in secondary and primary education in Spain, the current educational law (LOMCE—the organic law for improving the quality of education. Organic Law 8/2013, 9 December) includes Project-Based Learning as a tool to enhance learning so that students are able to achieve competence in all subjects. It is considered adequate to motivate students from early ages towards STEM disciplines [59] and also serves as training for the work dynamics that students will follow in their academic and professional future [56]. In a meta-analysis of the period between 1998 and 2017, it is evident that Project-Based Learning presents significant improvements compared to the traditional methodology, although the evaluation depends on educational and geographical factors, available ICT resources, but not on the educational level or the ratio [54].

On the other hand, this methodology requires a high level of dedication and training from the teacher to improve their self-efficacy [60]. In addition, to optimize learning, it is advisable to have projects that have already been elaborated and evaluated, promoting a collaborative dynamic among students [61] and reinforcing the curriculum in a transversal manner with a methodological structure and clear and simple instructions [56]. If the teacher's competence level is adequate, a significant correlation is observed between the students' positive perception of the method [60]. In contrast, no significant positive

correlation is observed between the methodology employed and the level of creativity, fluency, and originality of the students [57]. Among the possible causes, students cite the lack of time to improve their work [54].

### 1.2.2. Gamification

The next active methodology analyzed in this study was Gamification, defined as “the use of strategies, models, dynamics, mechanics, and elements typical of games in contexts outside these, with the purpose of transmitting a message or some content or change a behavior, through a playful experience that promotes motivation, involvement and fun” [61]. Scientifically, it can be defined as the process of applying game elements to contexts that are not games [62].

Although video games have always had a playful approach, the incorporation of gamification into the educational environment is relatively recent [63], taking into account that the most effective learning methodology for children in Early Childhood Education is focused on games [64], from a constructivist approach to experiential learning, through social interaction with the environment and peers [65]. The gamification is based on “elements” (levels, points, badges, classification tables, unlocking of content, gifts, missions, etc.) [66] that stimulate learning by favoring resilience, learning by repetition, and collaborative and competitive participation [67].

Well designed, the games provide interactive, playful learning environments that facilitate the acquisition of self-directed skills by students [68], improve motivation, and reduce anxiety associated with learning mathematics [69]. With appropriate pedagogical criteria and the guidance of the mathematics teacher, gamification can significantly impact students’ mathematical learning [70]. Some improvements are observed in the development of mathematical thinking by students, in the establishment of relationships between mathematical concepts [71], and their academic performance [24]. Given the above reasoning, Gamification can be employed at all academic levels or educational contexts to teach mathematics [63,71].

In the didactics of mathematics, most educational games focus on operations with numbers, algebra, geometry, measurement, data analysis, and probability [46]. Although the number of educational digital games for math learning [24] and programming [72] is significant, evidence-based digital learning games for science in elementary and secondary education are scarce [66,68]. Studies support their use in the classroom depending on the available ICT resources [73,74]. It is up to the teacher to effectively incorporate them into the classroom and establish adequate curricular objectives [75]; however, much of the software used in teaching has not been designed to address the difficulties faced by math students [76].

Numerous empirical studies highlight the advantages of learning through Gamification to affect the motivation, autonomy, and digital competence of mathematics students [25,65,68,76]. In contrast, other authors argue that Gamification mainly stimulates extrinsic motivation, negatively affecting intrinsic motivation [66,77,78]. In other words, students participate in activities to obtain a prize (points, badges, etc.), not for the satisfaction of acquiring new knowledge. On the other hand, in Gamification, a divergence between virtual and real interaction is observed, which can interfere with the students’ learning process [77]. In addition, the costs derived from educational games and associated technologies can condition their use by teachers in the classroom [68]. However, some authors argue that this methodology should be applied by applying the game mechanics to motivate and involve students even when technological means are not available [66].

On the other hand, the hybrid method and the methodologies analyzed can be integrated and complemented by expanding the pedagogical scope to improve the academic performance of students [78].

### 1.3. Justification

Despite the advantages, different authors observe deficiencies from a teaching point of view and recommend using specific evaluation methods that are adapted to the pedagogical Flipped Learning model [38,39] and to active methodologies such as Project-Based Learning [46] and Gamification [68]. In addition, other authors have determined that teaching experience correlates negatively with active methodological approaches [45].

In this context, we propose a transversal analysis of the variables that could affect the use of the Flipped Learning model, Project-Based Learning, and Gamification methodologies through the perceptions of the mathematics teachers from the Autonomous City of Melilla in their teaching practice. The variables of the study correspond to indicator B.2 “Teaching Practice”, B.3 “Ratios” of dimension B. “Mathematics and Teacher Training”, the items of the indicators C.1 “ICT Training”, C.2 “ICT and Teaching”, C.5 “Communication and Collaboration” of dimension C, “ICT in the Teachers’ Environment”, and the items of indicator D.3 “ICT in the Classroom” of dimension D. “ICT Uses, Resources, and Mastery”.

The main objective of this study was to identify which technological and academic variables of the above indicators could influence the choice of the pedagogical model and the different methodologies. The following research questions were proposed according to the objective set: RQ1: Which variables of the study have influenced the choice of the pedagogical model and the different analyzed methodologies the most? RQ2: What relation is observed between the variables that had more weight? RQ3: What score did the mathematics teachers assign to the variables of greater impact?

## 2. Materials and Methods

The quasi-experimental method was applied without pre-post and without a control group. The approach of the study was quantitative in order to assess the use of the pedagogical model and the different methodologies of the study by mathematics teachers. In the determination of the population, the following inclusion criterion was used: teaching mathematics in high school in the Autonomous City (A.C.) of Melilla. According to the previous inclusion criterion, the population amounts to 73 teachers, of which, 34.25% are women. The sample taken includes 61 mathematics teachers, which means 83.56% of the population, of which 34.42% are women, guaranteeing the representativeness of the sample. To avoid bias, the questionnaires were conducted covering all the city’s centers, and to guarantee the reliability of the data collection, the questionnaires were filled out in an online format using Google Forms. The individuals in the sample were informed about the nature of the study, and they completed the questionnaires during the third quarter of the 2018–2019 school year.

This study’s general questionnaire includes 5 dimensions and 23 indicators related to teaching practice and the uses and resources of ICT by mathematics teachers in the A.C. of Melilla. It consists of 107 closed items configured mostly ad hoc with a Likert scale of 4 graduated levels (1: Nothing, 2: Little, 3: Quite, 4: A lot). Experts validated the instrument to determine reliability and validity values. The internal consistency of the data matrix obtained was verified, checking the consistency of the items. The results were optimal since the Tucker–Lewis Index unreliability factor was 0.965.

The 35 items analyzed in this study relate to the pedagogical model and active methodologies dimension applied by the mathematics teacher and the related items. The items of the model and the methodologies are shown in Table 1. As for the dependent variables, some items of dimensions B. “Mathematics and Teacher Training”, C. “ICT in the Teachers’ Environment”, and D. “ICT Uses, Resources and Mastery” were analyzed (Table 2).



**Table 1.** List of items used in the model and methodology dimension.

ID	Items	Code
B.11	Do you use/Have you ever used the pedagogical model Flipped Learning?	FPL
B.12	Do you use/Have you ever used Project-Based Learning as an active methodology in the classroom?	PBL
B.13	Do you use/Have you ever used Gamification as an active methodology in the classroom?	GML

**Table 2.** The relation between dimensions, indicators, and items.

DIMENSION B. MATHEMATICS AND TEACHER TRAINING		
ID	Code	Variables Used in Indicator B.2 Teaching practice
B.23	VED	I use a wide variety of teaching approaches in the classroom environment.
B.24	EAA	I value student learning in different ways.
B.25	ODA	I know how to organize and maintain the dynamics in the classroom.
B.26	EDP	I select teaching approaches effectively to guide students' thinking and learning in mathematics.
B.27	MTM	I consider my methodological techniques to be improved.
ID	Code	Variables Used in Indicator B.3 Ratios
B.32	RPD	A high ratio in the classroom makes my teaching practice difficult
DIMENSION C. ICT IN THE TEACHERS' ENVIRONMENT		
ID	Code	Variables Used in Indicator C.1 ICT Training
C.11	FTP	I consider ICT training indispensable for personal use.
C.13	FTD	I consider ICT training to be essential for teaching practices.
C.16	FCM	What training have you received in Moodle content creation?
C.17	FCW	What training have you received in web page creation?
C.18	FMO	What training have you received in the handling of the Office package?
C.19	FRE	What training have you received in European Computer Driving License (ECDL)?
C.20	FOT	Have you received other ICT training?
ID	Code	Variables Used in Indicator C.2 ICT and Teaching
C.21	TUM	I know technologies that I can use to understand and develop math content.
C.22	TED	I select technologies that improve student learning in lessons.
C.24	LTD	I can teach lessons that adequately combine mathematics, technology, and teaching approaches.
C.26	MDE	For classroom teaching materials, I use strategies that combine content, technologies, and teaching approaches that I have learned.
C.27	CCT	I take the use of ICT into account in the marking criteria.
C.28	UHD	I use digital tools to carry out the assessment, tutoring, and/or monitoring of the students.
C.29	PCD	How many hours a week do you spend preparing digital content for your math classes?
ID	Code	Variables Used in Indicator C.5 Communication and Collaboration
C.51	PFM	I participate in forums and chat with mathematical content.
C.52	ACE	I use tools for online communication with educational community agents: forums, instant messaging, chats...
C.53	UBA	I use blogs and wikis to develop online learning platforms for students.
C.54	CIC	I share information and educational content in social networks and online communities and spaces depending on the recipients.
C.55	DTT	In the department, we work in groups to develop content and strategies for teaching with ICT.
C.56	PPC	I participate in collaborative center projects related to digital technologies.
DIMENSION D. ICT USES, RESOURCES AND MASTERY		
ID	Code	Variables Used in Indicator D.3 ICT in the classroom
D.32	PDI	I use the tools or software on the digital interactive whiteboards to teach math.
D.33	EVA	I use virtual learning environments (Moodle, Webct, etc.) to teach math.
D.34	PEM	I use educational platforms (Tutor Factory, Wepack, etc.) to teach math.
D.35	SEA	I use author educational software (Cuadernia, Edilim, Jcllic, etc.) to teach math.
D.36	OPT	In class we use computers, laptops, tablets, etc., to learn or review math.

Due to the small sample size, statistical power was analyzed. The results of the present study determined that the minimum sample size to obtain significant results was

53 subjects [79]. On the other hand, for the given sample size, with a significance level of 0.05, it was obtained that the power was 0.9781. This means that if the study were repeated, the results would coincide in 97% of cases [80].

#### Descriptive Analysis

A preliminary analysis of the results allows us to differentiate the teachers' profile in relation to the use of the Flipped Learning pedagogical model and the Project-Based Learning and Gamification methodologies.

Table 3 shows that 77.05% of the mathematics teachers in the A.C. of Melilla state that they do not use the Flipped Learning pedagogical model. In addition, it is noteworthy that the value "A lot" was not scored. By gender, 77.78% of the male teachers rated the use of the model as "occasionally", with a negative tendency in the case of female teachers.

**Table 3.** Naïve Bayes classifier. A priori probabilities of Flipped Learning (FPL), Project-Based Learning (PBL), and Gamification (GML), and conditional probabilities.

FPL Do you use or have you ever used the pedagogical model Flipped Learning?				
A Priori Probabilities	Never 0.77049180	Occasionally 0.14754098	More than occasionally 0.08196721	A Lot 0.0000000
Conditional Probabilities: GEN/FPL				
Gender	Never	Occasionally	More than occasionally	A Lot
Women	0.4042553	0.2222222	0.0000000	-
Men	0.5957447	0.7777778	1.0000000	-
PBL Do you use or have you ever used Project-Based Learning as an active methodology in the classroom?				
A Priori Probabilities	Never 0.37704918	Occasionally 0.49180328	More than occasionally 0.01639344	A Lot 0.11475410
Conditional Probabilities: GEN/PBL				
Gender	Never	Occasionally	More than occasionally	A Lot
Women	0.3043478	0.4000000	1.0000000	0.1428571
Men	0.6956522	0.6000000	0.0000000	0.8571429
GML Do you use or have you ever used Gamification as an active methodology in the classroom?				
A Priori Probabilities	Never 0.16393442	Occasionally 0.67213115	More than occasionally 0.04918033	A Lot 0.11475410
Conditional Probabilities: GEN/GML				
Gender	Never	Occasionally	More than occasionally	A Lot
Women	0.3902439	0.2000000	0.0000000	0.4285714
Men	0.6097561	0.8000000	1.0000000	0.5714286

Note. "A Priori Probabilities" is the proportion of mathematics teachers who scored the item on the different scales. "Conditional Probabilities" is the disaggregation of the gender variable, conditional on the study variable.

As for the PBL methodology, it is relevant that 86.88% of teachers affirm that they use it "occasionally" or "never". By gender, among those who do not use this methodology, 69.56% are male. These data suggest an antagonistic polarization in the case of male teachers and a positive trend in the use of Project-Based Learning by female teachers in relation to inverted learning. On the other hand, among those who use this methodology, 85.71% of male teachers scored "a lot".

Regarding the use of Gamification as a methodological resource, it is worth noting that 67.21% of teachers use this resource "occasionally", 80% of whom are men. From the data obtained, it can be deduced that the ludic approach is hardly used in the mathematics teaching process since about 83.60% of the teachers of this discipline "occasionally" or "never" use Gamification as an active methodology in the classroom. However, there is a positive trend in the use of Gamification by male teachers compared to female teachers.

### 3. Results and Discussion

The results of this study were analyzed from two different approaches. First, we employed a multidimensional analysis to evaluate, through the regressions, the impact of the different variables in the pedagogical model Flipped Learning and the methodologies Project-Based Learning and Gamification. The second analysis evaluated the associations between the most relevant variables of the study, because of their weight in the selected pedagogical choices and the general profile of the mathematics teacher in the A.C. of Melilla, according to the scores in the variables of greater impact.

#### 3.1. Analysis of the Study's Pedagogical Choices

This first analysis sought to identify the study variables that had a significant influence on each of the study's pedagogical choices. To do this, a regression analysis was applied using numerical variables. In this way, an answer is given to RQ1: Which variables of the study had the most influence on the selection of the pedagogical model and the methodologies analyzed? Tables 3–5 illustrate the most significant variables and their level of correlation.

**Table 4.** Adjustment of the linear regression model for FPL (Do you use or have you ever used the pedagogical model Flipped Learning?).

Coefficients: Items of Indicators B.2 Teaching Practice and B.3 Ratios				
	Estimate	Std. Error	T Value	Pr(>  t )
Intercept	4.1892	1.4829	2.825	0.016518 *
VED	<b>−2.2153</b>	<b>0.4713</b>	<b>−4.701</b>	<b>0.000649 ***</b>
FAA	<b>−0.3571</b>	<b>0.1469</b>	<b>−2.431</b>	<b>0.033338 *</b>
ODA	<b>2.3067</b>	<b>0.6160</b>	<b>3.745</b>	<b>0.003240 **</b>
EDP	−0.6486	0.4063	−1.596	0.138735
MTM	−0.2247	0.1295	−1.735	0.110661
RPD	−0.3292	0.2117	−1.555	0.148290
Residual standard error: 0.4154 on 11 degrees of freedom; Multiple R-squared: 0.7055. Adjusted R-squared: 0.5449. F-statistic: 4.392 on 6 and 11 DF, p-value 0.01656.				
Coefficients: Items of Indicator C.1 ICT Training				
	Estimate	Std. Error	T Value	Pr(>  t )
Intercept	−0.14606	0.68819	−0.212	0.836184
FTP	−0.50755	0.39967	−1.270	0.232860
FTD	0.30644	0.31425	0.975	0.352489
FCM	−0.08242	0.10247	−0.804	0.439915
<b>FCW</b>	<b>0.54952</b>	<b>0.10131</b>	<b>5.424</b>	<b>0.000291 ***</b>
FMO	0.13839	0.25859	0.535	0.604214
FRE	0.09641	0.09141	1.055	0.316349
FOT	−0.03441	0.09712	−0.354	0.730480
Residual standard error: 0.3588 on 10 degrees of freedom; Multiple R-squared: 0.8002. Adjusted R-squared: 0.6604. F-statistic: 5.722 on 7 and 10 DF, p-value 0.007118.				
Coefficients: Items of Indicator C.2 ICT and Teaching				
	Estimate	Std. Error	T Value	Pr(>  t )
Intercept	−0.62662	0.43121	−1.453	0.1768
TUM	−0.09739	0.19813	−0.492	0.6336
TED	0.06599	0.22567	0.292	0.7760
LTD	0.50342	0.25590	1.967	0.0775
MDE	0.15782	0.20447	0.772	0.4581
CCT	−0.19394	0.20069	−0.966	0.3567
UHD	0.30241	0.14491	2.087	0.0635
PCD	<b>−0.35505</b>	<b>0.13576</b>	<b>−2.615</b>	<b>0.0258 *</b>
Residual standard error: 0.488 on 10 degrees of freedom; Multiple R-squared: 0.6305. Adjusted R-squared: 0.3719. F-statistic: 2.438 on 7 and 10 DF, p-value 0.09762.				

Note. Signif. codes: 0 '\*\*\*'; 0.001 '\*\*'; 0.01 '\*'; 0.05 '.'; 0.1 ' '; 1. The most significant values are highlighted in bold in the table.

**Table 5.** Adjustment of the linear regression model for PBL (Do you use or have you ever used Project-Based Learning as an active methodology in the classroom?).

Coefficients: Items of Indicators B.2 Teaching Practice and B.3 Ratios				
	Estimate	Std. Error	T Value	Pr(>  t )
Intercept	5.7703	1.8259	3.160	0.009077 **
<b>VED</b>	<b>−2.7616</b>	<b>0.5803</b>	<b>−4.759</b>	<b>0.000591 ***</b>
EAA	0.2857	0.1809	1.580	0.142481
ODA	1.2311	0.7585	1.623	0.132867
EDP	0.2162	0.5003	0.432	0.674002
<b>MTM</b>	<b>−0.4251</b>	<b>0.1595</b>	<b>−2.665</b>	<b>0.021991 *</b>
RPD	−0.3903	0.2607	−1.497	0.162529
Residual standard error: 0.5115 on 11 degrees of freedom; Multiple R-squared: 0.8401. Adjusted R-squared: 0.7529. F-statistic: 9.635 on 6 and 11 DF. <i>p</i> -value: 0.0007613				
Coefficients: Items of Indicator C.5 Communication and Collaboration				
	Estimate	Std. Error	T Value	Pr(>  t )
Intercept	−0.31802	0.54467	−0.584	0.5711
PFM	0.27880	0.20073	1.389	0.1923
ACE	0.02135	0.24142	0.088	0.9311
UBA	−0.37700	0.28216	−1.336	0.2085
<b>CIC</b>	<b>0.58101</b>	<b>0.22547</b>	<b>2.577</b>	<b>0.0257 *</b>
DTT	−0.15758	0.22202	−0.710	0.4926
<b>PPC</b>	<b>0.60426</b>	<b>0.23717</b>	<b>2.548</b>	<b>0.0271 *</b>
Residual standard error: 0.7545 on 11 degrees of freedom. Multiple R-squared: 0.6521. Adjusted R-squared: 0.4624. F-statistic: 3.437 on 6 and 11 DF. <i>p</i> -value: 0.03663				
Coefficients: Items of Indicator D.3 ICT in the Classroom				
	Estimate	Std. Error	T Value	Pr(>  t )
Intercept	0.6846	0.4630	1.479	0.1650
PDI	−0.2375	0.1817	−1.307	0.2158
EVA	0.3000	0.1912	1.569	0.1426
<b>PEM</b>	<b>−0.7980</b>	<b>0.3561</b>	<b>−2.241</b>	<b>0.0447 *</b>
<b>SEA</b>	<b>1.1757</b>	<b>0.4064</b>	<b>2.893</b>	<b>0.0135 *</b>
OPT	0.1227	0.1865	0.658	0.5229
Residual standard error: 0.7357 on 12 degrees of freedom. Multiple R-squared: 0.6392. Adjusted R-squared: 0.4889. F-statistic: 4.252 on 5 and 12 DF. <i>p</i> -value: 0.0186				

Note. Signif. codes: 0 '\*\*\*'; 0.001 '\*\*'; 0.01 '\*'; 0.05 '.'; 0.1 ' '1. The most significant values are highlighted in bold in the table.

The statistical analysis in Table 4 shows that the model is significant for indicator items B2, ( $F(6,11) = 4.392, p < 0.05$ ); C.1, ( $F(7,10) = 5.722, p < 0.05$ ); C2, ( $F(7,10) = 2.438, p < 0.05$ ), that is, it is a reliable predictor of the scores obtained in the selection of the FPL model. In addition, the present model with the items VED, EAA, and ODA of indicator B.2 Teaching Practice explains 54.49% of the variability of the response (R<sup>2</sup>). It is noteworthy that a single item, FCW of indicator C.1, ICT Training, predicts 66.04%. In contrast, PCD of indicator C.2, ICT and Teaching, explains 37.19%. These results suggest that 62.81% of the variance in the choice of the FPL model cannot be explained with the variables employed and that there must be other variables that also influence the results.

A more in-depth analysis of Table 4 shows that the largest number of items that correlate very significantly with this pedagogical model is 3: VED, EAA, and ODA, corresponding to indicator B.2 "Teaching Practice". Significant negative correlations are observed with teaching approaches, student assessment in a broad sense, and the time spent preparing digital content. In this sense, Sanchez-Rodriguez et al. (2017), argued that the overexertion in the preparation of the contents limits the use of the Flipped Learning model [32]. Furthermore, the results of "A high ratio in the classroom makes my teaching

practice difficult”, seem to confirm that it did not significantly impact the election of the Flipped Learning model. Contrary to this study’s results, the literature postulates that this methodology favors the personalization of the teaching–learning processes [23].

Another result suggests that the scores of the items of the indicators C.1 “ICT Training” and C.2 “ICT and Teaching” had little weight in the Flipped Learning model. In fact, the findings of this study show a significant positive correlation only in the training for the creation of web pages. The rest of the training options for the mathematics teacher, the use of technologies for the preparation of contents, and for teaching practice in the classroom had little significant impact on the choice of this model. Furthermore, the data obtained for indicators C.5 “Communication and Collaboration” and D.3 “ICT in the Classroom” indicate a weak correlation between the mathematics teacher’s use of technology for communication and collaboration among the educational community and the choice of the Flipped Learning model for teaching mathematics; however, the literature highlights the importance of technology for this methodology [22] by transferring the work of certain learning processes outside the classroom [20] and providing students with resources at any time for their learning [35]. Despite the positive assessment, some authors maintain that the effect on student and teacher satisfaction is moderate [31]. Other authors also highlighted other disadvantages associated with the teacher’s perception and the students’ capacity and economic resources [32].

The statistical analysis in Table 5 shows that the model is significant for the items of indicators B.2, ( $F(6,11) = 9.635, p < 0.05$ ); C.5, ( $F(6,11) = 3.437, p < 0.05$ ); D.3 ( $F(5,12) = 4.252, p < 0.05$ ), that is, it is a reliable predictor of the scores obtained in the election of the FPL model. It is noteworthy that the VED and MTM items of indicator B.2 “Teaching Practice” explain 75.29% of the variability of the response (R<sup>2</sup>). In contrast, CIC and PPT of indicator C.5 “Communication and Collaboration” predict 46.24% and PEM and SEA of indicator D.3 “ICT in the Classroom” explain 48.89%. These results suggest that around 50% of the variation in the choice of the FPL model cannot be explained by the variables used in indicators C.5 and D.3, and that, therefore, there must be other variables that also contribute.

An unexpected finding was that only two VED and MTM items of indicator B.2 “Teaching Practice” had a significant negative influence on Project-Based Learning. In addition, this study found that other factors associated with teaching practice did not have a significant weight in this methodology. These data should be interpreted with caution since they seem contradictory. On the other hand, a high ratio did not have a significant impact on this methodology either. Along the same lines as our findings, the literature postulates that the assessment of the Project-Based Learning against traditional methodology, even if it is positive, does not depend on the educational level or the ratio, although geographic factors, as well as available ICT resources and the commitment by teachers and students, do influence it [54].

However, the results of this study show that the participation in educational projects of the center, related to technologies and the exchange of information and digital content associated with the indicator C.5 “Communication and Collaboration” and the use of educational software to teach mathematics related to the indicator D.3 “ICT in the Classroom” has a significant influence on the choice of Project-Based Learning. Along the same lines, other authors maintain that Project-Based Learning integrates, in a practical way, values such as cooperation and organization [54]. This methodology can coexist with the traditional model, combining the teacher’s expository work with practical collaborative work [56].

Nevertheless, our findings show that the use of online communication tools, blogs, and wikis to develop learning and educational platforms did not have a relevant weight in this methodology. Nor was there any significant correlation between this methodology with the use of Interactive Whiteboard tools or software or virtual learning environments (Moodle, WebCT...) to teach mathematics and the use of computers, laptops, and tablets, to learn or review mathematics. Several authors highlight that Project-Based Learning

requires a high dedication to design and develop projects [60]. Consequently, there is a low level of creativity and originality in their work [57].

Likewise, the absence of items from the indicators C.1 “ICT Training” and C.2 “ICT and Teaching” suggests that the ICT training and the use of technologies by the mathematics teacher for the preparation of contents and in their teaching practice in the classroom had little significant impact on the choice of this methodology. On the other hand, some authors maintain that this methodology represents, for the teacher, a high dedication, training, and time to improve self-efficacy [60]. Along the same lines, the importance of this methodology for teaching appears in the LOMCE curriculum, regarding the Spanish educational system, as a tool to promote learning to and help students to achieve competence in all subjects.

The statistical analysis in Table 6 shows that the model is significant for the items of indicators B.2 and B.3, ( $F(6,11) = 3.543, p < 0.05$ ); C2, ( $F(7,10) = 2.370, p < 0.05$ ); D.3, ( $F(5,12) = 3.238, p < 0.05$ ), that is, it is a reliable predictor of the scores obtained in the election of the FPL model. It is noteworthy that the items VED and OAA of indicator B.2 “Teaching Practice” and RPD of indicator B.3 “Ratio”, explain only 47.30% of the variability of the response (R2). On the other hand, the UHD of indicator C.2 “ICT and Teaching” predicts 36.07%, and the EVA of Indicator D.3 “ICT in the Classroom” explains 36.69%. These results suggest that around 60% of the variation in the choice of the GML model cannot be explained by the variables used in indicators B2, B3, C2, and D.3, and that, therefore, there must be other variables that also contribute.

**Table 6.** Adjustment of the linear regression model for GML (Do you use or have you ever used Gamification as an active methodology in the classroom?).

Coefficients: Items of Indicators B.2 Teaching Practice and B.3 Ratios				
	Estimate	Std. Error	T Value	Pr(>  t )
Intercept	10.7269	3.0542	3.512	0.00487 **
<b>VED</b>	<b>−3.6883</b>	<b>0.9706</b>	<b>−3.800</b>	<b>0.00294 **</b>
EAA	−0.1887	0.3025	−0.624	0.54549
<b>ODA</b>	<b>3.4823</b>	<b>1.2688</b>	<b>2.745</b>	<b>0.01907 *</b>
EDP	−1.8185	0.8369	−2.173	0.05251
MTM	−0.5336	0.2668	−2.000	0.07082
<b>RPD</b>	<b>−1.0582</b>	<b>0.4361</b>	<b>−2.427</b>	<b>0.03360 *</b>
Residual standard error: 0.8555 on 11 degrees of freedom. Multiple R-squared: 0.659. Adjusted R-squared: 0.473. F-statistic: 3.543 on 6 and 11 DF. <i>p</i> -value: 0.03335				
Coefficients: Items of Indicator C.2 ICT and Teaching				
	Estimate	Std. Error	T Value	Pr(>  t )
Intercept	−0.2453	0.8327	−0.295	0.7743
TUM	−0.7349	0.3826	−1.921	0.0837
TED	0.5027	0.4358	1.154	0.2755
LTD	0.4372	0.4942	0.885	0.3970
MDE	0.2100	0.3948	0.532	0.6064
CCI	−0.5210	0.3876	−1.344	0.2086
<b>UHD</b>	<b>0.7954</b>	<b>0.2798</b>	<b>2.843</b>	<b>0.0175 *</b>
PCD	−0.3373	0.2622	−1.286	0.2273
Residual standard error: 0.9423 on 10 degrees of freedom. Multiple R-squared: 0.6239. Adjusted R-squared: 0.3607. F-statistic: 2.37 on 7 and 10 DF. <i>p</i> -value: 0.1046				
Coefficients: Items of Indicator D.3 ICT in the Classroom				
	Estimate	Std. Error	T Value	Pr(>  t )
Intercept	−0.13256	0.57603	−0.230	0.8219
PDI	−0.02278	0.22607	−0.101	0.9214
<b>EVA</b>	<b>0.53039</b>	<b>0.23788</b>	<b>2.230</b>	<b>0.0456 *</b>
PEM	−0.50759	0.44300	−1.146	0.2742
SEA	0.78711	0.50555	1.557	0.1455
OPT	0.05937	0.23204	0.256	0.8024
Residual standard error: 0.9152 on 12 degrees of freedom. Multiple R-squared: 0.5743. Adjusted R-squared: 0.3969. F-statistic: 3.238 on 5 and 12 DF. <i>p</i> -value: 0.04428				

Note. Signif. codes: 0.001 ‘\*\*\*’; 0.01 ‘\*\*’; 0.05 ‘.’; 0.1 ‘.’; The most significant values are highlighted in bold in the table.

The present study's findings show that the use of tools for online communication, blogs, and wikis to develop learning platforms, as well as the use of educational software to teach mathematics related to indicator D.3 "ICT in the Classroom", did not have a relevant weight in this methodology; however, the use of educational platforms related to indicator D.3 "ICT in the Classroom" had a significant influence on the choice of Gamification. In this sense, the literature maintains that the teacher is fundamental in applying Gamification with the appropriate pedagogical criteria and obtaining a significant positive impact on the students' mathematical learning [70]; however, in our findings, the use of tools for online communication, blogs, and wikis to develop learning platforms and the use of educational software to teach mathematics did not have a relevant weight in this methodology.

No significant correlation was found between this methodology and the use of Interactive Whiteboard tools or software, virtual learning environments (Moodle, WebCT, etc.) to teach mathematics, and the use of computers, laptops, and tablets to learn or review mathematics. In this sense, some authors suggest applying this methodology without using technologies by applying the mechanics of the game to motivate and involve students [66]; however, some authors maintain that the divergence between the virtual and real worlds could limit the use of Gamification by teachers [77].

On the other hand, the absence of items from the C.1 "ICT Training" indicators suggests that whether the mathematics teacher had undergone ICT training had little significant impact on the choice of this methodology. Likewise, the data obtained related to indicator C.5 "Communication and Collaboration" could indicate that the use of technologies by the mathematics teacher for communication and collaboration among the educational community did not have a significant impact on Gamification either. Nevertheless, several authors argue that preservice teachers, trained in technologies, consider this methodology adequate for teaching mathematics [71]. On the other hand, the literature postulates that the use of this methodology is dependent upon the costs derived from the educational games and the technological resources necessary [68].

Based on the overall results, these data should be interpreted with caution since there are wide variations in the effect of some study variables on the choice of models and methodologies analyzed in this study. Contrary to expectations, the most determining value of teaching practice had a significant negative correlation in all methodologies. On the other hand, this study did not provide evidence of the significant influence of training on the Flipped Learning model, Project-Based Learning, and Gamification Methodologies, nor does it show the impact of technology used for educational purposes by the mathematics teacher as a determining factor. Several reasons could explain these surprising and apparently contradictory results: (1) due to the use of a traditional methodology for teaching mathematics by the mathematics teachers in the A.C. of Melilla; (2) due to a lack of knowledge on the part of teachers about the Flipped Learning model and active methodologies PBL and GML; (3) due to confusion about the terms used, which is associated with low digital competence.

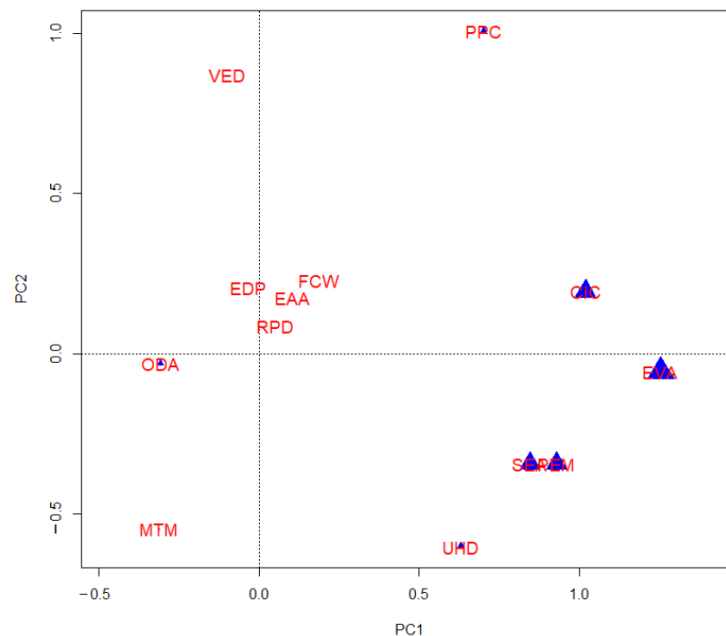
In this sense, the mathematics teacher is fundamental and must be trained and updated on the use of tools and resources proper to mathematics teaching [5], establishing pedagogical links between contents and technologies through "instrumental genesis" [6]. It is a laborious process for the teacher that requires time [8]. In this sense, the teacher has the ability and responsibility to properly integrate ICTs into teaching mathematics (Forsstrom, 2019).

On the other hand, a global analysis shows that the indicators that most influenced the Flipped Learning model and the Project-Based Learning and Gamification methodologies were B.2 "Teaching Practice", followed by the dimension C.5 "Communication and Collaboration" and D.3 "ICT in the Classroom". The least impactful indicators were C.1 "ICT Training" and C.2 "ICT and Teaching". We can interpret these results as follows: the choice of the model and active methodologies by mathematics teachers in the A.C. of Melilla has been influenced by variables associated with teaching practice, communication, and collaboration through technologies and the use of ICTs in the classroom. On the other

hand, variables related to technology training and ICT skills in teaching practice did not have a significant impact on the choice of the Flipped Learning model and Project-Based Learning and Gamification methodologies by mathematics teachers in the A.C. of Melilla. These results differ from some published studies, which affirm the fact that collaborative learning benefits from any of the active methodologies through technologies, as in the case of the Flipped Learning model for teacher training [34] and the students [35]. Nevertheless, the values of cooperation and collaboration are also integrated into Project-Based Learning [54,56] and Gamification [24].

### 3.2. Analysis of the Study Variables

An analysis of the relationship between the study variables with the greatest impact was conducted to evaluate the correlations between them, answering the research question RQ2: What relationship is observed between the variables that had the greatest weight? To obtain information about the existing correlations between the items of the study, a principal component analysis (PCA) was proposed, using a symmetrical biplot (Figure 1). The PCA allows the graphic visualization of the existing correlations in a multivariate analysis. For this purpose, the dimensionality was reduced, avoiding collinearity problems with minimal loss of information.



**Figure 1.** Principal component analysis (PCA) for the research items with the greatest impact on the active methodologies of the study.

Figure 1 shows that the variables ODA and MTM are negatively correlated in a significant way with RPD, EAA, FCW, PPC, and CIC. A possible interpretation of the results suggests that those teachers with a traditional approach to teaching are identified with the variables associated with teaching practice, scoring high on ODA and MTM and low on the items related to training and communication with ICT. In contrast, teachers who use ICTs give higher scores to the technological component of teaching. On the other hand, the significant negative correlation with RPD can be interpreted as a high ratio that can depend upon the use of active methodologies in the classroom.

VED and EDP variables are significantly negatively correlated with SEA, EVA, UHD, and PEM. These results reinforce the previous interpretation of the traditional and technological approaches to teaching by the mathematics teachers in the A.C. of Melilla.

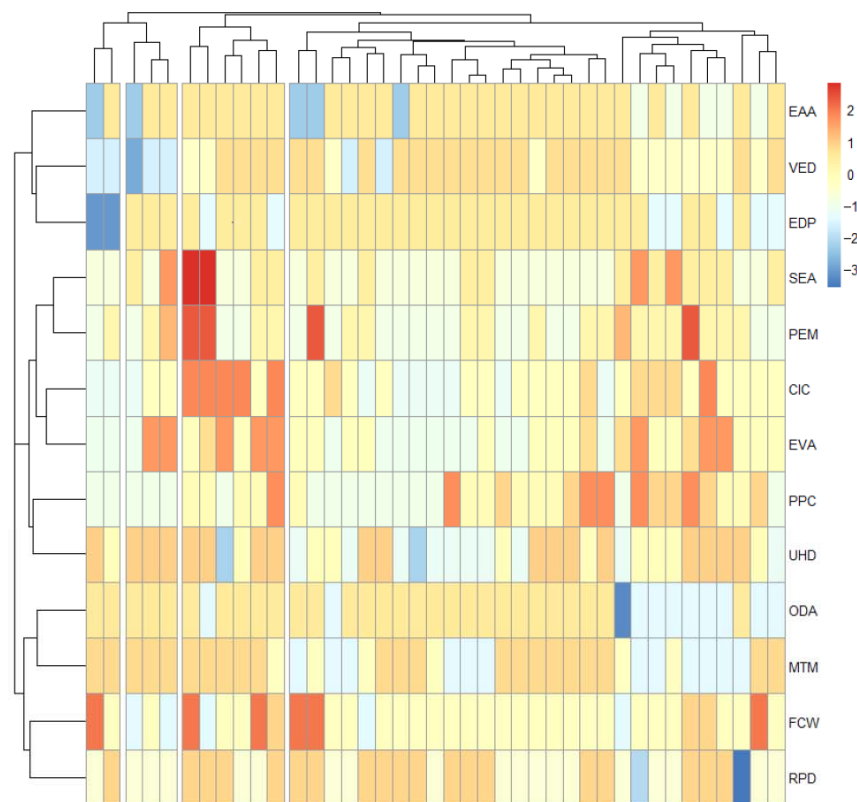


The variables PEM and SEA are strongly correlated. These results show that the mathematics teacher with technological competencies who uses educational platforms also uses educational software for teaching mathematics.

It is observed that the most important variables in the present study were EVA, PEM, SEA of indicator D.3, and CIC of indicator C.5. The less important indicators were ODA of indicator B.2, UHD of indicator C.2, and PPC of indicator C.5. The rest of the items, VED, EDP, EAA, RPD, MTM of indicator B.2, RPD of indicator B.3, and FCW of indicator C.1, had little relevance. These results suggest that the general perception of the A.C. of Melilla's mathematics teachers is that they consider themselves capable of adequately managing classroom dynamics, using digital resources to share educational information/content, employing software and educational platforms for teaching mathematics, and using digital tools for student evaluation/monitoring.

Numerous empirical studies emphasize that the advantages of learning through active methodologies affect the motivation, autonomy, and digital competence of mathematics students [25,65,68,76]. On the other hand, these methodologies can be integrated and complemented by expanding the pedagogical scope to improve the academic performance of students [78]. In contrast, other authors maintain that teaching experience correlates negatively with active methodological approaches [45].

In addition, to answer the research question RQ3 (What score did the mathematics teachers assign to the variables with the greatest impact?), a heat map was used with the most relevant variables (Figure 2). For this purpose, the algorithm selected a random subsample ( $n = 40$ ).



**Figure 2.** Heat map for the research variables with the greatest impact on the active methodologies of the study.

In order to create the heat map, the matrix data were scaled. The results were then visualized following a twofold process: the use of the R package “pheatmap” and, secondly,

the `cutree_rows` not being specified and, instead, selected randomly. As can be seen, it is a heat map that incorporates, as a novelty, a hierarchical clustering analysis among the study participants, obviating their identities. We were not interested in performing a comparative analysis of the participants, but rather in seeing, for each of them, the variables that had the greatest impact on their response in order to contrast this with the findings.

This graph shows that the subsample responded in a general way with average scores in all the dimensions of the study; however, response peaks are observed for the variables SEA, PEM, CIC, EVA, PPC, and FCW.

Along the same lines, the subsample can be subdivided into four clusters (of 2, 3, 6, and 29 individuals) according to the scores. In total, 5% of teachers in the subsample present pedagogical preferences without a clear technological orientation; 7.5% of teachers in the subsample present a mixed profile between indicators B2 and D3; 15.0% of teachers in the subsample present a profile more oriented to the use of ICT in the classroom and to online communication and collaboration. The largest group, which accounted for 72.5% of the subsample, presents a mixed profile among the different technological indicators.

#### 4. Conclusions

The following conclusions are presented regarding the Flipped Learning model, Project-Based Learning, and Gamification for mathematics teachers in the Autonomous City of Melilla. Despite the multiple advantages of the application of the Flipped Learning model [32], the Project-Based Learning model [54], and Gamification [71] methodologies, no clear indicators are observed. Some variables show a significant positive impact—such as the case of the exchange of information and content through online spaces (CIC), the participation and collaboration in center projects related to digital technologies (PPC), and the use of educational software to teach mathematics (SEA). The use of broad pedagogical approaches in the classroom (VED) is noted negatively. On the other hand, training in technologies did not show significant values, except for a significant positive impact of training in the creation of web pages.

In relation to the limitations, the data of the present study must be interpreted with caution, and they cannot be generalized since some variables of the same indicator were not aligned, showing disparate and apparently contradictory values. On the other hand, the small sample size is not a limitation due to the statistical power that guarantees the sample's significance. Among the strengths of this study, it should be noted that this is the first study that evaluates these three methodologies within the same sample. Equally noteworthy is the multivariate approach that identifies the most relevant indicators and the variables of the greatest weight in the three pedagogical practices. In addition, through the heat map, teachers can be classified into clusters and identified by their score on each item.

The lack of longitudinal studies that systematically analyze the impact of the study variables on the active methodologies analyzed is noteworthy. Future research could repeat the present study with another sample of different educational levels and including teachers of other subjects to evaluate the active methodologies. Pedagogical and technological advances are continuous and require an important effort by the teacher. In this sense, the heat map allows us to classify teachers into clusters and to identify them according to their responses. For this reason, among the practical applications of this study, we recommend periodic formation and training actions, as well as the updating of teachers' technological competencies and pedagogical and methodological strategies in the classroom for the didactics of mathematics. A standardized evaluation that certifies the digital competence of teachers is also recommended.

**Author Contributions:** Conceptualization, H.H.-M. (Hossein Hossein-Mohand) and M.G.-G.; methodology, H.H.-M. (Hossein Hossein-Mohand) and J.-M.T.-T.; software, H.H.-M. (Hassan Hossein-Mohand); validation, H.H.-M. (Hassan Hossein-Mohand), M.G.-G., and J.-M.T.-T.; formal analysis, M.G.-G.; investigation, H.H.-M. (Hossein Hossein-Mohand); resources, H.H.-M. (Hossein Hossein-Mohand); data curation, H.H.-M. (Hossein Hossein-Mohand); writing—original draft preparation, H.H.-M. (Hossein Hossein-Mohand); writing—review and editing, H.H.-M. (Hossein Hossein-

Mohand) and J.-M.T.-T.; visualization, A.C.-S.; supervision, M.G.-G., J.-M.T.-T., H.H.-M. (Hassan Hossein-Mohand), and A.C.-S. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:** This research received no external funding.

**Institutional Review Board Statement:** Not applicable.

**Informed Consent Statement:** Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

**Data Availability Statement:** Not applicable.

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

## References

1. Chevallard, Y. *La Transposición Didáctica. 2ª Reimp*; Aique Grupo Editor: Buenos Aires, Argentina, 2005.
2. Trouche, L.; Monaghan, J.; Borwein, J.M. Didactics of Mathematics: Concepts, Roots, Interactions and Dynamics from France. In *Tools and Mathematics*; Springer: Berlin, Germany, 2016; pp. 219–256.
3. Vergnaud, G. Why the theory of conceptual fields? *Infanc. Aprendiz.* **2013**, *36*, 131–161. [[CrossRef](#)]
4. Verschaffel, L.; Schukajlov, S.; Star, J.; Van Dooren, W. Word problems in mathematics education: A survey. *ZDM Math. Educ.* **2020**, *52*, 1–16. [[CrossRef](#)]
5. Butlen, D.; Masselot, P. Challenges and modalities of formation for the teachers of the schools in didactics of mathematics. *Can. J. Sci. Math. Technol. Educ.* **2019**, *19*, 91–106. [[CrossRef](#)]
6. Hollebrands, K.; Okumus, S. Secondary mathematics teachers' instrumental integration in technology-rich geometry classrooms. *J. Math. Behav.* **2018**, *49*, 82–94. [[CrossRef](#)]
7. Lagrange, J.-B.; Artigue, M.; Laborde, C.; Trouche, L. Technology and mathematics education: A multidimensional study of the evolution of research and innovation. In *Second International Handbook of Mathematics Education*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2003; pp. 237–269.
8. Trouche, L.; Gitiirana, V.; Miyakawa, T.; Pepin, B.; Wang, C.Y. Studying mathematics teachers interactions with curriculum materials through different lenses: Towards a deeper understanding of the processes at stake. *Int. J. Educ. Res.* **2019**, *93*, 53–67. [[CrossRef](#)]
9. Siedel, H.; Stylianides, A.J. Teachers' Selection of Resources in an Era of Plenty: An Interview Study with Secondary Mathematics Teachers in England. In *Research on Mathematics Textbooks and Teachers' Resources: Advances and Issues?* Fan, L., Trouche, L., Qi, C., Rezat, S., Visnovska, J., Eds.; Springer: Berlin, Germany, 2018; pp. 119–144.
10. Trouche, L.; Gueudet, G.; Pepin, B. Open Educational Resources: A Chance for Opening Mathematics Teachers' Resource Systems. In *Research on Mathematics Textbooks and Teachers' Resources: Advances and Issues*; Springer: Berlin, Germany, 2018; pp. 3–27. [[CrossRef](#)]
11. Dolores Alvarez-Rodriguez, M.; del Carmen Bellido-Marquez, M.; Atencia-Barrero, P. Teaching though ICT in Obligatory Secondary Education. Analysis of online teaching tools. *Red-Rev. Educ. A Distancia* **2019**. [[CrossRef](#)]
12. Rocha, K.d.M. Uses of Online Resources and Documentational Trajectories: The Case of Sesamath. In *Research on Mathematics Textbooks and Teachers' Resources: Advances and Issues*; Springer: Berlin, Germany, 2018; pp. 235–258. [[CrossRef](#)]
13. Lavicza, Z.; Prodromou, T.; Fenyvesi, K.; Hohenwarter, M.; Juhos, I.; Koren, B.; Diego-Mantecon, J.M. Integrating STEM-related Technologies into Mathematics Education at a Large Scale. *Int. J. Technol. Math. Educ.* **2020**, *27*, 3–11. [[CrossRef](#)]
14. Galimullina, E.; Ljubimova, E.; Ibatullin, R. SMART education technologies in mathematics teacher education—ways to integrate and progress that follows integration. *Open Learn.* **2020**, *35*, 4–23. [[CrossRef](#)]
15. Botuzova, Y.V. Experience of using ICT tools for teaching mathematical analysis to future teachers of mathematics. *Inf. Technol. Learn. Tools* **2020**, *75*, 153–169.
16. Forsstrom, S.E. Role of teachers in students' mathematics learning processes based on robotics integration. *Learn. Cult. Soc. Interact.* **2019**, *21*, 378–389. [[CrossRef](#)]
17. Donnelly-Hermosillo, D.F.; Gerard, L.F.; Linn, M.C. Impact of graph technologies in K-12 science and mathematics education. *Comput. Educ.* **2020**, 146. [[CrossRef](#)]
18. Ramos, N.E.; Pineda, I.A.S. Mobiles technological environments as a learning space for mathematics and their value in the transformation of educational practices. *Dialogo* **2019**, 21–36. [[CrossRef](#)]
19. Tovkanets, O.S. Strategic directions of information and communication technologies development in the high european school at the beginning of the XXI century. *Inf. Technol. Learn. Tools* **2018**, *66*, 14–23. [[CrossRef](#)]
20. Moreno, D.; Palacios, A.; Barreras, A.; Pascual, V. An Assessment of the Impact of Teachers' Digital Competence on the Quality of Videos Developed for the Flipped Math Classroom. *Mathematics* **2020**, *8*, 148. [[CrossRef](#)]
21. Furse, C.M.; Ziegenfuss, D.H. A Busy Professor's Guide to Sanelly Flipping Your Classroom: Bringing active learning to your teaching practice. *IEEE Antennas Propag. Mag.* **2020**, *62*, 31–42. [[CrossRef](#)]

22. Pozo Sanchez, S.; Lopez Belmonte, J.; Moreno Guerrero, A.J.; Javier Hinojo-Lucena, F. Flipped learning and digital competence: A teaching connection necessary for its development in current education. *Rev. Electron. Interuniv. Form. Profr.* **2020**, *23*, 127–141. [[CrossRef](#)]
23. Colomo-Magana, E.; Soto-Varela, R.; Ruiz-Palmero, J.; Gomez-Garcia, M. University Students' Perception of the Usefulness of the Flipped Classroom Methodology. *Educ. Sci.* **2020**, *10*, 275. [[CrossRef](#)]
24. Garcia, F.Y.H.; Rangel, E.G.H.; Mera, N.A.G. Gamification in mathematics education: A systematic review. *Telos-Rev. Interdiscip. Cienc. Soc.* **2020**, *22*, 62–75. [[CrossRef](#)]
25. Lage, M.J.; Platt, G.J.; Treglia, M. Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *J. Econ. Educ.* **2000**, *31*, 30–43. [[CrossRef](#)]
26. Tucker, B. The flipped classroom. *Educ. Next* **2012**, *12*, 82–83.
27. Talbert, R. Inverted classroom. *Colleagues* **2012**, *9*, 7.
28. Coufal, K. *Flipped Learning Instructional Model: Perceptions of Video Delivery to Support Engagement in Eighth Grade Math*; Lamar University-Beaumont: Beaumont, TX, USA, 2014.
29. Talbert, R. Inverting the linear algebra classroom. *Primus* **2014**, *24*, 361–374. [[CrossRef](#)]
30. Ormell, C.P. Blooms Taxonomy and Objectives of Education. *Educ. Res.* **1974**, *17*, 3–18. [[CrossRef](#)]
31. Strelan, P.; Osborn, A.; Palmer, E. Student satisfaction with courses and instructors in a flipped classroom: A meta-analysis. *J. Comput. Assist. Learn.* **2020**, *36*, 295–314. [[CrossRef](#)]
32. Sanchez Rodriguez, J.; Ruiz Palmero, J.; Sanchez Vega, E. Flipped classroom. Keys for its implementation. *Edmetec* **2017**, *6*, 337–358. [[CrossRef](#)]
33. Bouchrika, I.; Harrati, N.; Wanick, V.; Wills, G. Exploring the impact of gamification on student engagement and involvement with e-learning systems. *Interact. Learn. Environ.* **2019**. [[CrossRef](#)]
34. Trouche, L.; Rocha, K.; Gueudet, G.; Pepin, B. Transition to digital resources as a critical process in teachers' trajectories: The case of Anna's documentation work. *ZDM Math. Educ.* **2020**. [[CrossRef](#)]
35. Bond, M. Facilitating student engagement through the flipped learning approach in K-12: A systematic review. *Comput. Educ.* **2020**, *151*. [[CrossRef](#)]
36. Muir, T. Self-determination theory and the flipped classroom: A case study of a senior secondary mathematics class. *Math. Educ. Res. J.* **2020**. [[CrossRef](#)]
37. Wei, X.; Cheng, I.L.; Chen, N.-S.; Yang, X.; Liu, Y.; Dong, Y.; Zhai, X.; Kinshuk. Effect of the flipped classroom on the mathematics performance of middle school students. *EtrD-Educ. Technol. Res. Dev.* **2020**. [[CrossRef](#)]
38. Lopez Belmonte, J.; Fuentes Cabrera, A.; Lopez Nunez, J.A.; Pozo Sanchez, S. Formative Transcendence of Flipped Learning in Mathematics Students of Secondary Education. *Mathematics* **2019**, *7*, 1226. [[CrossRef](#)]
39. He, J. Research and practice of flipped classroom teaching mode based on guidance case. *Educ. Inf. Technol.* **2020**. [[CrossRef](#)]
40. Lundin, M.; Rensfeldt, A.B.; Hillman, T.; Lantz-Andersson, A.; Peterson, L. Higher education dominance and siloed knowledge: A systematic review of flipped classroom research. *Int. J. Educ. Technol. High. Educ.* **2018**, *15*. [[CrossRef](#)]
41. Weinhandl, R.; Lavicza, Z.; Houghton, T. Designing Online Learning Environments for Flipped Approaches in Professional Mathematics Teacher Development. *J. Inf. Technol. Educ. Res.* **2020**, *19*, 315–337. [[CrossRef](#)]
42. Jeong, J.S.; Gonzalez-Gomez, D.; Yllana Prieto, F. Sustainable and Flipped STEM Education: Formative Assessment Online Interface for Observing Pre-Service Teachers' Performance and Motivation. *Educ. Sci.* **2020**, *10*, 283. [[CrossRef](#)]
43. Sarkar, N.; Ford, W.; Manzo, C. To flip or not to flip: What the evidence suggests. *J. Educ. Bus.* **2020**, *95*, 81–87. [[CrossRef](#)]
44. Ozudogru, M. The Factors Predicting Pre-Service Teachers' Achievement in Teacher Training Classrooms. *Eurasian J. Educ. Res.* **2020**, 157–178. [[CrossRef](#)]
45. Andreu-Andrés, M.Á.; Labrador-Piquer, M.J. Formación del profesorado en metodologías y evaluación. Análisis cualitativo. *Rev. Investig. Educ.* **2011**, *9*, 236–245.
46. Lopez-Belmonte, J.; Elena Parra-Gonzalez, M.; Segura-Robles, A.; Pozo-Sanchez, S. Scientific Mapping of Gamification in Web of Science. *Eur. J. Investig. Health Psychol. Educ.* **2020**, *10*, 60. [[CrossRef](#)]
47. Silva, J.B.; Silva, I.N.; Bilessimo, S. Technological Structure for Technology Integration in the Classroom, Inspired by the Maker Culture. *J. Inf. Technol. Educ. -Res.* **2020**, *19*, 167–204. [[CrossRef](#)]
48. Moreno-Guerrero, A.-J.; Rodriguez-Jimenez, C.; Gomez-Garcia, G.; Ramos Navas-Parejo, M. Educational Innovation in Higher Education: Use of Role Playing and Educational Video in Future Teachers' Training. *Sustainability* **2020**, *12*, 2558. [[CrossRef](#)]
49. Acikgul, K.; Aslaner, R. Effects of Geogebra supported micro teaching applications and technological pedagogical content knowledge (TPACK) game practices on the TPACK levels of prospective teachers. *Educ. Inf. Technol.* **2020**, *25*, 2023–2047. [[CrossRef](#)]
50. Heard Kilpatrick, W. The Project Method (1918). *Sch. Stud. Educ.* **2020**, *17*, 136–149. [[CrossRef](#)]
51. Majó, F.; Baqueró, M. *Los Proyectos Interdisciplinarios*; Graó: Barcelona, Spain, 2014.
52. González, A.E. *Las Competencias Básicas: Claves y Propuestas Para su Desarrollo en Los Centros*; Graó: Barcelona, Spain, 2008; Volume 21.
53. Vos, P. "How Real People Really Need Mathematics in the Real World" Authenticity in Mathematics Education. *Educ. Sci.* **2018**, *8*, 195. [[CrossRef](#)]

54. Chen, C.H.; Yang, Y.C. Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators. *Educ. Res. Rev.* **2019**, *26*, 71–81. [[CrossRef](#)]
55. Bass, R. Disrupting ourselves: The problem of learning in higher education. *Educ. Rev.* **2012**, *47*, 23–33.
56. Sivia, A.; MacMath, S.; Novakowski, C.; Britton, V. Examining Student Engagement During a Project-Based Unit in Secondary Science. *Can. J. Sci. Math. Technol. Educ.* **2019**, *19*, 254–269. [[CrossRef](#)]
57. Chmelarova, Z.; Pasiar, L.; Vargova, D. The level of student's creativity and their attitude to the project-based learning. *J. Educ. Sci. Psychol.* **2020**, *10*, 3–15.
58. Mora, H.; Signes-Pont, M.T.; Fuster-Guillo, A.; Pertegal-Felices, M.L. A collaborative working model for enhancing the learning process of science & engineering students. *Comput. Hum. Behav.* **2020**, *103*, 140–150. [[CrossRef](#)]
59. Ayerbe Lopez, J.; Perales Palacios, F.J. "Reinvent your city": Project-based learning for the improvement of environmental awareness in secondary school students. *Ensen. Cienc.* **2020**, *38*, 181–203. [[CrossRef](#)]
60. Choi, J.; Lee, J.-H.; Kim, B. How does learner-centered education affect teacher self-efficacy? The case of project-based learning in Korea. *Teach. Teach. Educ.* **2019**, *85*, 45–57. [[CrossRef](#)]
61. Rodríguez Gallego, M.R. El Aprendizaje-Servicio como estrategia metodológica en la Universidad. *Rev. Complut. Educ.* **2014**, *25*, 95–113. [[CrossRef](#)]
62. Zimmerling, E.; Hoellig, C.E.; Sandner, P.G.; Welpel, I.M. Exploring the influence of common game elements on ideation output and motivation. *J. Bus. Res.* **2019**, *94*, 302–312. [[CrossRef](#)]
63. Vanbecelaere, S.; Van den Berghe, K.; Cornillie, F.; Sasanguie, D.; Reynvoet, B.; Depaeppe, F. The effects of two digital educational games on cognitive and non-cognitive math and reading outcomes. *Comput. Educ.* **2020**, *143*. [[CrossRef](#)]
64. Zumbach, J.; Rammerstorfer, L.; Deibl, I. Cognitive and metacognitive support in learning with a serious game about demographic change. *Comput. Hum. Behav.* **2020**, *103*, 120–129. [[CrossRef](#)]
65. Lo, C.K.; Hew, K.F. A comparison of flipped learning with gamification, traditional learning, and online independent study: The effects on students' mathematics achievement and cognitive engagement. *Interact. Learn. Environ.* **2020**, *28*, 464–481. [[CrossRef](#)]
66. Zainuddin, Z.; Chu, S.K.W.; Shujahat, M.; Perera, C.J. The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review of empirical evidence. *Educ. Res. Rev.* **2020**, *30*. [[CrossRef](#)]
67. Ding, L. Applying gamifications to asynchronous online discussions: A mixed methods study. *Comput. Hum. Behav.* **2019**, *91*, 1–11. [[CrossRef](#)]
68. Bertram, L. Digital Learning Games for Mathematics and Computer Science Education: The Need for Preregistered RCTs, Standardized Methodology, and Advanced Technology. *Front. Psychol.* **2020**, *11*. [[CrossRef](#)]
69. Fuentes-Cabrera, A.; Parra-Gonzalez, M.E.; Lopez-Belmonte, J.; Segura-Robles, A. Learning Mathematics with Emerging Methodologies-The Escape Room as a Case Study. *Mathematics* **2020**, *8*, 1586. [[CrossRef](#)]
70. Verschaffel, L.; Depaeppe, F.; Mevarech, Z. Learning Mathematics in Metacognitively Oriented ICT-Based Learning Environments: A Systematic Review of the Literature. *Educ. Res. Int.* **2019**, *2019*. [[CrossRef](#)]
71. Marin-Diaz, V.; Sampedro-Requena, B.E.; Munoz-Gonzalez, J.M.; Jimenez-Fanjul, N.N. The Possibilities of Gamifying the Mathematical Curriculum in the Early Childhood Education Stage. *Mathematics* **2020**, *8*, 2215. [[CrossRef](#)]
72. Lindberg, R.S.N.; Laine, T.H.; Haaranen, L. Gamifying programming education in K-12: A review of programming curricula in seven countries and programming games. *Br. J. Educ. Technol.* **2019**, *50*, 1979–1995. [[CrossRef](#)]
73. de Prado, M.G. Beneficios educativos y videojuegos: Revisión de la literatura española. *Educ. Knowl. Soc.* **2018**, *19*, 37–51. [[CrossRef](#)]
74. Ahijado, S.R.; Nicolás, A.M.B.; Alonso, T.J. El videojuego como recurso didáctico en el aula de música: Juegos educativos con E-Adventure y Muvizu. *El Artist.* **2017**, *14*, 13–29.
75. Fiorella, L.; Kuhlmann, S.; Vogel-Walcutt, J.E.J. Effects of Playing an Educational Math Game That Incorporates Learning by Teaching. *J. Educ. Comput. Res.* **2019**, *57*, 1495–1512. [[CrossRef](#)]
76. de Mendivil, I.S.M.; Crespo, R.G.; Gonzalez-Castano, A.; Ruiz, A.A.M.; Palma, L.O. A pedagogical tool based on the development of a computer application to improve learning in advanced mathematics. *Rev. Esp. Pedagog.* **2019**, *77*, 457–485. [[CrossRef](#)]
77. Shapiro, L.; Stolz, S.A. Embodied cognition and its significance for education. *Theory Res. Educ.* **2019**, *17*, 19–39. [[CrossRef](#)]
78. Huang, B.; Hew, K.F.; Lo, C.K. Investigating the effects of gamification-enhanced flipped learning on undergraduate students' behavioral and cognitive engagement. *Interact. Learn. Environ.* **2019**, *27*, 1106–1126. [[CrossRef](#)]
79. Trujillo-Torres, J.-M.; Hossein-Mohand, H.; Gomez-Garcia, M.; Hossein-Mohand, H.; Caceres-Reche, M.-P. Mathematics Teachers' Perceptions of the Introduction of ICT: The Relationship between Motivation and Use in the Teaching Function. *Mathematics* **2020**, *8*, 2158. [[CrossRef](#)]
80. Gomez-Garcia, M.; Hossein-Mohand, H.; Trujillo-Torres, J.M.; Hossein-Mohand, H. The Training and Use of ICT in Teaching Perceptions of Melilla's (Spain) Mathematics Teachers. *Mathematics* **2020**, *8*, 1641. [[CrossRef](#)]

