



TIC Y ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS EN SECUNDARIA: MELILLA

ICT and Mathematics Teaching at Secondary School: Melilla

HASSAN HOSSEIN-MOHAND ¹, HOSSEIN HOSSEIN-MOHAND ¹

¹ Universidad Nacional de Educación a Distancia

KEYWORDS

ICT
Active Methodologies
Educational innovation
Mathematics
Teacher resources
Secondary Education
Mathematics teachers

ABSTRACT

The incorporation of technology by teachers as a teaching tool is a challenge. Our aim is to analyse whether ICT resources influence the use of pedagogical models and active methodologies by secondary school teachers in Melilla to teach Mathematics. In this cross-sectional quantitative study, a sample n= 61 (83.56% of the population) was evaluated using a validated 20-item questionnaire with three indicators: B.1 Methodologies and Pedagogical Models, B.2 Teaching Practice and C.3 ICT Resources in the teaching environment. Statistical power allows extrapolation of the findings.

PALABRAS CLAVE

TIC
Metodologías activas
Innovación educativa
Matemáticas
Recursos del Profesorado
Educación Secundaria
Profesorado de Matemáticas

RESUMEN

La incorporación de las tecnologías por parte del profesorado como herramienta para la enseñanza es un desafío. Nuestro objetivo es analizar si los recursos TIC influyen en el empleo de modelos pedagógicos y metodologías activas por parte del profesorado de secundaria de Melilla para enseñar Matemáticas. En este estudio transversal de corte cuantitativo se evalúa una muestra n= 61 (83.56% de la población), empleando un cuestionario validado de 20 ítems de tres indicadores: B.1 Metodologías y Modelos Pedagógicos, B.2 Práctica Docente y C.3 Recursos TIC en el entorno docente. La potencia estadística permite la extrapolación de los hallazgos.

Recibido: 13/ 07 / 2022

Aceptado: 16/ 09 / 2022

1. Introducción

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).

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: una, prestando más atención a los resultados que al proceso de solución, y dando menos importancia a la actividad matemática de los estudiantes; dos, organizando un plan de lecciones teniendo en cuenta la actividad matemática y aprovechando los recursos tecnológicos en la resolución de problemas; y tres, 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 Matemáticas a través de la tecnología es un proceso complejo que requiere 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 matemática (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 *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 clave para la adecuada integración de las TIC en la enseñanza de Matemáticas (Forsstrom, 2019).

Los usos innovadores, las aplicaciones tecnológicas, el efecto de las TIC en la enseñanza de Matemáticas tienen como elemento principal el papel 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 *et al.*, 2020) y para evaluar los logros alcanzados por el alumnado en cuanto a su aprendizaje (Salles *et al.*, 2020).

El informe estadístico de la Sociedad de la Información y la Comunicación en los centros educativos españoles no universitarios para el curso 2018-2019 (INE, 2020) señala que el 96.8% de las aulas poseen conexión a internet es del 96.8% y el 94.3% tiene conexión inalámbrica. De media, hay 2 profesores por ordenador y el 50% del hardware corresponde a portátiles y tablets. 6 de cada 10 aulas cuenta con Sistemas Digitales Interactivos (SDI) que engloba a las Pizarras Digitales Interactivas (PDI), mesas multi-touch, paneles y TV interactivos.

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).

2. Objetivos

El objetivo principal es analizar si los recursos tecnológicos inciden en el empleo de modelos pedagógicos y metodologías activas por parte del profesorado de Melilla para la enseñanza de las Matemáticas.

Los objetivos específicos asociados son:

- Determinar qué porcentaje de variabilidad en UPM, UGM, UAM, UAP, UDM, UAC y UOM del indicador B.1 “Metodologías y Modelos Pedagógicos” es explicado por ADA, AEC, VED, EAA, ODA, EDP, MTM y HPC del indicador B.2 Práctica Docente DCT, DAT, DRT y VTC 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.

3. Método

Para la consecución de los objetivos planteados, se ha aplicado el método cuasi-experimental sin pre-post y sin grupo control. El enfoque del presente estudio, es observacional de corte cuantitativo con carácter descriptivo (Vallés-Martínez *et al.*, 1999). Para recabar los datos deseados, se utiliza como instrumento un cuestionario cerrado, adecuado 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 cuestionario del presente estudio asciende a un total de 20 ítems y abarca 2 dimensiones y 3 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”, B. “Matemáticas y Práctica Docente” y C. “TIC en el Entorno del Profesorado.

Tabla 1. Relación Entre Dimensiones, Indicadores e Ítems

DIMENSIÓN B. MATEMÁTICAS Y PRÁCTICA DOCENTE		
ID	Code	Variables del Indicador B.1 “Metodologías y Modelos Pedagógicos”
B.11	UFL	¿Usas o has usado alguna vez Flipped Learning en el aula?
B.12	UPM	¿Usas o has usado alguna vez Aprendizaje Basado en Proyectos en el aula?
B.13	UGM	¿Usas o has usado alguna vez Gamificación en el aula?
B.14	UAM	¿Usas o has usado alguna vez Aprendizaje <input type="checkbox"/> Servicio en el aula?
B.15	UAP	¿Usas o has usado alguna vez Aprendizaje Basado en Problemas en el aula?
B.16	UDM	¿Usas o has usado alguna vez Design Thinking en el aula?
B.17	UAC	¿Usas o has usado alguna vez Aprendizaje Cooperativo 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 suficientes recursos TIC para mi trabajo diario
C.32	DAT	Considero que en mi aula dispongo suficientes recursos TIC para mi trabajo diario.
C.33	DRT	Considero que en mi casa dispongo suficientes recursos TIC para mi trabajo diario.
C.34	VTC	Valoro positivamente la función del coordinador TIC del Centro.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

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

3.1. Población y Muestra

La población de docentes del presente estudio se ajusta a 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.

Con los criterios anteriores, la muestra asciende a 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. Por ello, el primer análisis realizado fue el cálculo de la muestra mínima que permite justificar que la muestra obtenida es suficiente para la extrapolación de los hallazgos. Los datos se exponen en el apartado de resultados.

3.2. Instrumento y Procedimiento de Recopilación de Datos

El instrumento empleado se configura 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 estructurado seguido para su elaboración ha sido: (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 (Rosenbluth *et al.*, 2016).

Antes de pasar el cuestionario, los individuos fueron informados de la naturaleza del presente estudio y cumplimentaron 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, el procedimiento seguido, fue la pasación de los cuestionarios en línea a través de *Google Forms*, evitando así los errores potenciales de los codificadores (Cohen & Manion, 1990).

A todos ellos, se les solicitó que respondieran de forma general, respecto a la docencia de 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.

Finalmente, 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".

4. Resultados y Discusión

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

En el cálculo del tamaño muestral mínimo, se empleó la prueba *U de Mann-Whitney*, más concretamente el *Wilcoxon rank sum test*, 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 ($n = 53.88963$; $d = 0.77$; $sig.level = 0.05$; $power = 0.99$; $alternative = greater$). 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 ($W = 259.5$, $p-value = 0.008222$) y MTT ($W = 307$, $p-value = 0.04564$). 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%.

4.1. Metodologías y Recursos TIC

Una vez garantizada que el tamaño muestral es adecuado, interesa conocer si influye la disponibilidad de recursos TIC en el aula, en el uso de las metodologías y modelos pedagógicos expuestos en la Tabla 1. Para ello, se analizan las variables del indicador B.1 "Metodologías y Modelos Pedagógicos" con las del indicador C.3 "Recursos TIC".

Antes de profundizar en la relación entre las variables de los indicadores señalados, conviene analizar si el perfil general de los docentes es homogéneo y si poseen recursos tecnológicos en el aula DAT y en el hogar DRT.

Tabla 2. Resultados Descriptivos por Niveles

QUT	AED	DAT	DRT
0:16	0:10	0:6	0:2
1:25	1:28	1:26	1:9
2:8	2:5	2:2	2:12
3:7	3:14	3:27	3:38
4:5	4: 4		

Fuente. Elaboración propia, 2022.

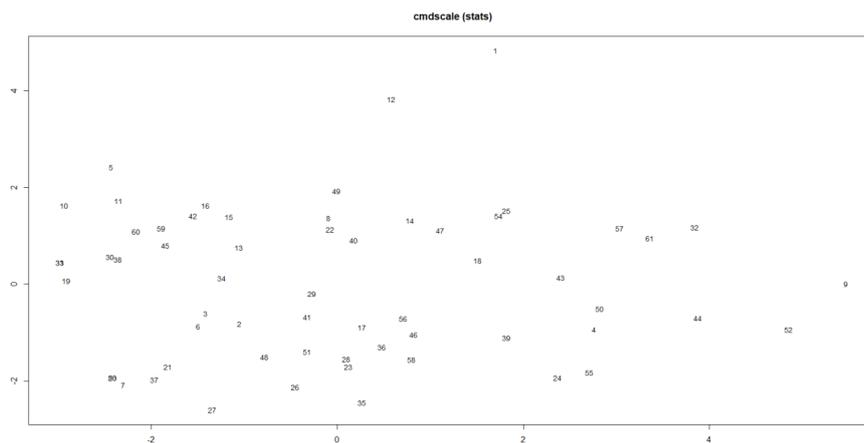
Nota. La codificación de las puntuaciones fue para QUT (0. Menos de 30 años; 1. Entre 31 y 40 años; 2. Entre 41 y 50 años; 3. Entre 51 y 60 años; 4. Más de 61 años), para AED (0. Menos de 1 año; 1. Entre 2 y 5 años; 2. Entre 6 y 10 años; 3. Entre 11 y 20 años; 4. Más de 21 años) y para el resto de los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

En la Tabla 2, se observa que más del 67% de los docentes de Matemáticas de Melilla son menores de 40 años y el 62% poseen experiencia docente inferior a 6 años. En cuanto a los recursos TIC, casi el 82% del profesorado considera que dispone de suficientes recursos TIC en casa DRT, y casi el 48% en el aula DAT, para su trabajo diario.

En general, el profesorado de Matemáticas afirma poseer suficientes recursos TIC en casa y 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 9 de cada 10 tienen internet y conexión inalámbrica. Además, 2/3 de las aulas cuentan con pizarras digitales interactivas (INE, 2020). Además, el informe sobre Equipamiento y uso de las TIC en los hogares españoles, señala que entorno al 90% de la población tiene acceso a internet y ordenador en casa (INE, 2019).

Para determinar si el perfil de los docentes es homogéneo, se emplea el Análisis de Escalamiento Multidimensional. Este método permite la representación gráfica de medidas de proximidad (similitudes o disimilitudes) entre pares de objetos. 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 1. MDS para los Distintos Participantes



Fuente: Elaboración propia, 2022.

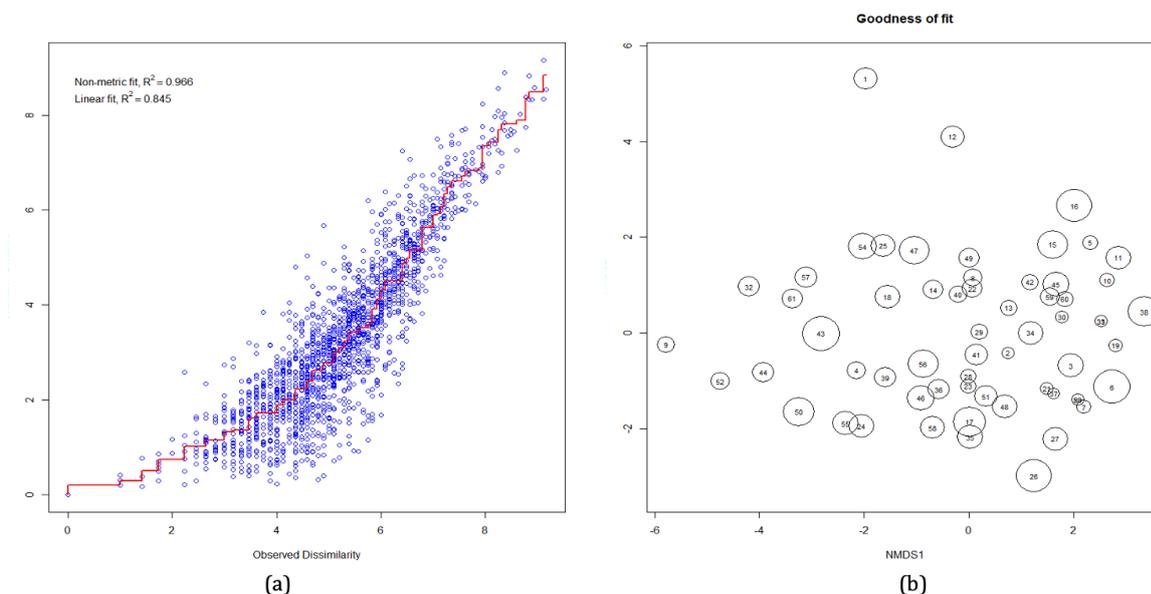
Nota. Distribución de las puntuaciones de los individuos de la muestra.

La Figura 1, 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. Se trata de un valor del estrés muy bajo, lo que indica 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 y UOM del indicador B.1 “Metodologías y Modelos Pedagógicos”

y las variables DCT, DAT, DRT y VTC 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 monotónica 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 2.

Figura 2. NMDS para la muestra



Fuente: Elaboración propia, 2022.

La figura 2.a muestra que el R2 es del 96.6%. Es decir, se puede interpretar que DAT, DRT y VTC asociados a los recursos TIC disponibles en el aula y en el hogar del docente de Matemáticas, predicen el 96,6% de la variabilidad de las respuestas de los docentes en el uso de metodologías activas y modelos pedagógicos. Esto supone unos resultados óptimos. En cambio, en la figura 2.b, se observan los sujetos con mayor ajuste en función de sus puntuaciones. En otro estudio publicado, se realiza un análisis exhaustivo del perfil del docente de Matemáticas de Melilla y de las preferencias metodológicas, obteniendo características descriptivas parciales de los mismos.

4.2. Metodologías, Práctica Docente y Recursos TIC

El siguiente análisis profundiza el anterior al incluir el papel de las variables del indicador B.2 Práctica Docente. Las variables del estudio, así como su relación con las dimensiones e indicadores correspondientes aparecen expuestos en la Tabla 1. 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* del profesorado de Matemáticas, se seleccionan de la Tabla 1, los ítems relativos al indicador B.1 “Metodologías y Modelos Pedagógicos”, las variables relativas al indicador B.2 “Práctica Docente”, las del indicador C.3 “Recursos TIC” y GEN asociada al género.

Las variables anteriores se convierten previamente en numéricas, de tal manera que quedan agrupadas de forma no lineal, 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

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

- Si EM>7.19~1
- Si TP>21.32~1

- 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

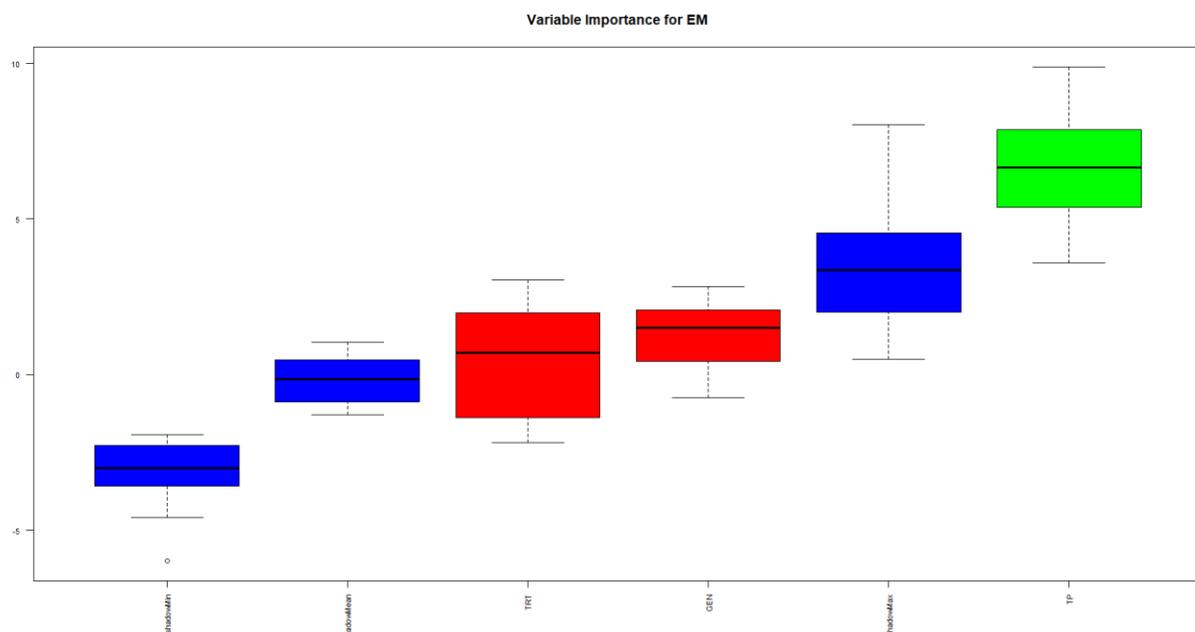
Se definieron dos algoritmos, un *Gradient Boost Machine (GBM)* y *Random Forest*. A continuación, se ensamblaron para obtener los mejores parámetros del algoritmo.

- El Índice de Gini igual a 0 indica que los grupos son muy similares, y el *AUC (Area Under Curve)* 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 mejoran 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, es necesario incorporar nuevas variables adicionales a las mencionadas en el "Procedimiento estadístico II". Dicho de otra forma, estas variables no explican aproximadamente el 37% de la variabilidad en las preferencias metodológicas EM.

A la hora de examinar qué variables de las anteriores tuvieron 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 Práctica Docente TP, ambas con un 73%. No obstante, los resultados del algoritmo Boruta no fueron similares como puede verse en la Figura 3.

Figura 3. Algoritmo Boruta



Fuente: Elaboración propia, 2022.

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

La Figura 3 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 3.

Tabla 3. Modelo de Regresión Múltiple para EM=1

<i>Coefficients:</i>		
	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	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

La interpretación de la Tabla 3 es la siguiente. Un aumento de una unidad en:

- GEN1-correspondiente al género femenino- aumenta las probabilidades logarítmicas en EM=1 en 0,55.
- TP=1 aumenta las probabilidades logarítmicas en EM=1 en 0,17.
- TRT=1 aumenta las probabilidades logarítmicas de estar en EM=1 en 0,53.

Al evaluar los datos anteriores, se obtienen resultados interesantes:

- Si los participantes alcanzan puntuaciones máximas en las variables metodológicas (EM=1), la probabilidad algorítmica de que sea mujer es del 55%.
- De igual forma, si los participantes aumentan sus puntuaciones extremas en TP, la probabilidad de que puntúen el máximo en EM es del 17%.
- En la misma línea argumental, 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 3 sugieren que, si se aumenta las puntuaciones en el apartado de 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 3, 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 tecnológicos lo harían en un 53%. Luego se evidencia el papel destacable de las tecnologías en el empleo de modelos pedagógicos y metodologías activas.

Los datos de la Figura 3 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 3, 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). Por otra parte, la disponibilidad y uso de recursos tecnológicos es necesaria para implementar 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).

En cuanto al género, los resultados expuestos en la tabla 3 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, en el supuesto de una muestra paritaria, el profesorado femenino mostraría puntuaciones ligeramente superiores en el uso metodologías activas a las del profesorado masculino. Esta argumentación se ve reforzada por los resultados de la figura 1, que muestra como los individuos de la muestra poseen un perfil cuasi-homogéneo.

Estos hallazgos no están en consonancia con la literatura científica. Estos sugieren un menor uso de recursos por parte del profesorado femenino (Cussó-Calabuig *et al.*, 2018; Hatlevik *et al.*, 2018; Park *et al.*, 2019) motivados por roles género asumidos en la adolescencia (Chen *et al.*, 2020). Por ello, es necesario implementar acciones formativas que reduzcan esa diferencia percibida de la tecnología entre hombres y mujeres (Prendes-Espinosa *et al.*, 2020). Asimismo, Nousiainen *et al.*, (2018), recomienda programas de formación y capacitación docente actualizados en estrategias metodológicas activas en el aula.

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 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 Matemáticas (Forsstrom, 2019).

3. Conclusión

Los hallazgos del Escalado Multidimensional Métrico evidencia que los participantes respecto de los indicadores B2. Práctica Docente y C3. Recursos TIC, no se agrupan en diferentes cuadrantes, mostrando un perfil cuasi-homogéneo. Es decir, no se evidencia diferencias de género.

Influyen en la elección de las metodologías y modelos pedagógicos de enseñanza primero las variables de la práctica docente, seguidos del género y por último los recursos TIC. Sin embargo, la baja puntuación en la variabilidad global del modelo sugiere la influencia de otros factores diferentes a los analizados.

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. De otra parte, las fortalezas radican en el enfoque estadístico empleado para determinar las relaciones entre los diferentes ítems del presente estudio.

Los resultados invitan a profundizar en estudios sobre la capacitación profesional de docente de secundaria 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 desarrollo profesional docente 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 y modelos pedagógicos empleados.

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.

Referencias

- 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.
- 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>
- 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>
- 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>
- Cohen, L., & Manion, L. (1990). Research methods in education. Chatham. In: Routledge.
- 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.
- 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
- 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>
- 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.
- 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.
- 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>
- 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>
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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

- 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
- Park, J.-H., Kim, C., & Ham, j. (2019). High-school students' understanding and use of mathematics textbooks. *The Mathematical Education*, 58(4), 589-607.
- 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>
- Ragin, C. C. (2007). Fuzzy sets: Calibration versus measurement. *Methodology volume of Oxford handbooks of political science*, 2.
- 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., & Kespaik, 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>
- 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>
- 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>
- 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
- 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>
- 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. Vincle (2002): Informe sobre els gitanos romanesos a Barcelona. Inédito.*
- 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.