



Alfabetización en Tecnologías digitales de futuros docentes para atender a la diversidad

Computational Science literacy of future teachers to attend to the diversity

-   Lara Checa-Domene (L.C-D). Universidad de Granada (España)
-   Inmaculada García-Martínez (I.G-M). Universidad de Granada (España)
-   Carmen del Pilar Gallardo-Montes (C.P.G-M). Universidad de Granada (España)
-   Laura Cambil-Díaz (L.C-D). Universidad de Granada (España)

RESUMEN

El espacio superior de educación se constituye como una de las principales bases para la promoción de entornos de aprendizaje basados en el uso de las Tecnologías digitales para atender a la diversidad, ya que la formación de los futuros docentes va a suponer un factor decisivo para su implementación y promoción. El objetivo de esta investigación fue conocer las actitudes y percepciones del docente en formación sobre el uso de las Tecnologías digitales para atender al alumnado con NEAE, empleando para ello el cuestionario TPACK para sistemas de inteligencia artificial de modelamiento y robótica educativa. Participaron 218 universitarios pertenecientes a los grados de Educación Primaria, Social e Infantil. Los resultados muestran una buena actitud hacia el uso de tecnologías emergentes, pero con margen de mejora sobre su implementación y conocimiento, existiendo correlaciones positivas entre el conocimiento pedagógico y el tecnológico y no, con el conocimiento tecnológico del contenido. Estos datos, pese a no ser concluyentes, pueden tomarse como referente para el diseño de actuaciones formativas que permitan la adquisición de las habilidades y las destrezas necesarias para promover prácticas inclusivas.

ABSTRACT

Higher Education space is constituted as one of the main bases for the promotion of learning environments based on the use of Computational Sciences to address diversity, since the training of future teachers will be a decisive factor in the time of its implementation and promotion. The objective of this research was to examine the attitudes and perceptions of future teachers about the use of Computational Science to serve the diversity of students with SEN, using the TPACK questionnaire for artificial intelligence systems for modeling and educational robotics. 218 university students, belonging to the degrees of Primary, Social and Early Childhood Education participated. The results show a positive attitude towards the use of emerging technologies, but there is room for improvement in their implementation and understanding, with positive correlations observed between pedagogical and technological knowledge, but not with technological content knowledge. These results, although not conclusive, can be taken as a reference for the design of training actions that allow the acquisition of the skills and abilities necessary to promote quality inclusive practices.

PALABRAS CLAVE - KEYWORDS

Tecnologías digitales; universidad; futuros docentes; alfabetización tecnológica; didáctica
Computational sciences; higher education; future teachers; technological literacy



1. INTRODUCCIÓN

Es indiscutible que las Tecnologías digitales, de forma general, y las Tecnologías emergentes apoyadas en Sistemas de Inteligencia Artificial generativa y Robótica educativa, de forma particular, están desempeñando un papel muy importante en el ámbito educativo al plantear nuevas situaciones de aprendizaje mucho más atractivas y potentes que permiten dar respuestas acordes a los retos y demandas que nuestro sistema educativo insta (García-Martínez et al., 2023). Su vertiginoso avance y potencial ha contribuido a que, desde las instituciones y organismos competentes, tanto a nivel nacional como internacional, se promuevan políticas enfocadas en su empleo en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje del alumnado. De ahí que, entre las líneas de actuación pedagógica de la normativa actual (LOMLOE, 2020), se enfatice la necesidad de promover una educación competencial, donde la competencia digital adquiere un gran protagonismo, relacionándose estrechamente su implementación con el perfil competencial digital que todo el alumnado ha de alcanzar en las distintas etapas de la educación obligatoria. Sin embargo, pese a su constante promoción desde dichos organismos, su inclusión en el currículo aún supone una cuestión compleja ya que requiere, entre otros aspectos, formación específica para aprovechar al máximo sus potencialidades, sobre todo en términos de gestión docente, desarrollo profesional y el aprendizaje a lo largo de la vida.

De forma paralela, la atención a la diversidad ha suscitado un gran interés en las últimas décadas en el campo de la investigación educativa en coherencia con la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030. En torno a ello, existe además una gran preocupación por parte de las Naciones Unidas, la OCDE y la Unión Europea, movida por los altos niveles de fracaso escolar y por las desigualdades que presenta el alumnado con Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE). Dichos organismos apuntan que una de las principales causas que justifican este fracaso viene motivada por la falta aparente en la renovación curricular ajustada a las necesidades concretas de este estudiantado, que se traduce, al mismo tiempo, en una carencia de cambios sustanciales en las prácticas docentes y una elección equívoca del enfoque didáctico (Escudero y Martínez, 2021). Por tanto, se trata de un problema compartido que requiere de políticas y compromisos que permitan activar respuestas curriculares y formativas que contribuyan a lograr que todos los estudiantes puedan participar con éxito en su desarrollo integral (Delgado, 2021). Además, resulta conveniente destacar datos recientes publicados por el Ministerio de Educación, en relación con la prevalencia del alumnado con NEAE escolarizado. En España, según la estadística de las enseñanzas no universitarias del curso 2022/2023 del Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes, son 262.732 los estudiantes diagnosticados frente al 1,89 millones de discentes a nivel mundial, lo que supone un 11,9 % de la población total.

Ante esta disyuntiva, favorecer la accesibilidad y la equidad de todo el estudiantado, especialmente de aquel que presenta NEAE se ha convertido en un compromiso emergente que debe ser asumido por el profesorado. Para tal efecto, diversos estudios han manifestado el potencial de las Tecnologías digitales en el aprendizaje de todo el alumnado, situándose como un gran recurso con fuertes posibilidades para favorecer la inclusión del discente. Esto viene motivado por los grandes beneficios que reportan en términos de accesibilidad, flexibilidad y adaptabilidad y, por consiguiente, en materia de atención a la diversidad e inclusión educativa (Gallardo-Montes et al., 2023a). Por tanto, su introducción en el aula puede

ser el motor de avance hacia una escuela inclusiva y el camino para la consecución del ODS 4 “Educación de Calidad”, ya que los medios digitales tienen un papel prioritario en el desarrollo del alumnado con NEAE. En esta línea, diversas investigaciones (Fernández-Batanero et al., 2022a; 2022b) sugieren que las Tecnologías digitales generan muchas expectativas por las potencialidades que tienen a la hora de proporcionar apoyo para el aprendizaje. Al respecto, pueden ser consideradas tanto como elemento motivador y de activación del propio aprendizaje, como medio didáctico que abre un amplio abanico de posibilidades de intervención, ofreciendo mayores oportunidades y autonomía en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Así mismo, la robótica y el uso de inteligencia artificial en la atención del alumnado con diversidad funcional está en auge dadas sus potencialidades (Gómez-Espinosa et al., 2024). Sin embargo, estudios previos en el panorama español revelan una formación limitada en tecnologías aplicadas para la atención a la diversidad en docentes en formación, así como un desconocimiento de sus beneficios y funcionalidades (Cabero-Almenara et al., 2016; Fernández-Batanero et al., 2017; Gallardo-Montes et al., 2023b).

Las aplicaciones didácticas de las Tecnologías digitales abarcan diferentes contextos y etapas educativas. En cuanto al trastorno del espectro autista (TEA), los escenarios de intervención diseñados con robots reflejan el fomento del desarrollo cognitivo (Guerrero-Vásquez et al., 2024). Ali et al. (2020), en Pakistán, examinaron la eficacia de una intervención terapéutica basada en el uso de dos robots humanoides (NAO), revelando que las capacidades de los menores con TEA mejoraron, exhibiendo un comportamiento social acrecentado y un aumento en las interacciones. Bharatharaj et al. (2017), en Nueva Zelanda, a través del asistente robótico no humanoide *KiliRo*, aprecian buenas actitudes en menores con TEA ante la morfología del robot, así como la manifestación de comportamientos positivos a la hora de trabajar en entornos compartidos. Por su parte, David et al. (2018), en Rumanía, trabajando con el *Robot NAO* con jóvenes con TEA, revelaron mejoras en las habilidades de atención conjunta, manteniendo el interés durante la intervención.

En cuanto a la diversidad cognitiva, distintas experiencias con robots mostraron resultados alentadores. Conti et al. (2021), en Reino Unido, evaluaron la terapia asistida por el robot *Softbank Robotics NAO* con menores con discapacidad intelectual, revelando como el entrenamiento de imitación asistido produjo mejoras en los participantes, a excepción de aquellos con necesidades profundas que podrían requerir enfoques más personalizados. Kim et al. (2024), en Corea del Sur, mediante clases de programación de robots, detectaron mejoras significativas en las habilidades de pensamiento computacional de todos los discentes con discapacidad intelectual en cuanto a comprensión conceptual, aplicación práctica y perspectiva.

En el ámbito de la diversidad sensorial de tipo visual, como resalta Riazzy et al. (2020), la mayoría de los lenguajes de programación son muy gráficos y ofrecen poca accesibilidad, lo que dificulta su acceso a estudiantado con estas necesidades, lo cual es extensible al uso de robots y al desarrollo de habilidades computacionales. Sin embargo, López et al. (2018) adaptan el robot abeja *Bee-Bot* y *Codi-Oruga* a menores con dichas necesidades, logrando una inclusión educativa exitosa y autónoma. También, Marques et al. (2017) colaboran para que el alumnado con ceguera programe el robot *Doonie*, consiguiendo controlar su movimiento evitando obstáculos. Del mismo modo, Villanueva (2019) a través de la plataforma Arduino y un tablero con tarjetas, ayuda a que estudiantado con ceguera diseñe un algoritmo para que el robot

realice un recorrido completo (punto inicial y destino final), con el apoyo del tacto, destacando la necesidad de un buen dominio del Braille y de las habilidades visoespaciales.

Por otro lado, en cuanto a la diversidad sensorial de tipo auditiva, Ioannou y Andreeva (2019), en Chipre, a través del robot NAO avanzan en la terapia auditivo-verbal, desarrollando con éxito sesiones lúdicas para la mejora de la escucha mediante implante coclear en infantes recién operados. Luccio y Gaspari (2020), en Italia, diseñan dos aplicaciones móviles para el robot *Elf Sanbot*, permitiendo controlarlo en el espacio (*Sanbot*) e interactuar con él proponiendo vídeos en lengua de signos en la pantalla que lleva incluida (*Sanbot Server*), facilitando el aprendizaje de dicha lengua. Nedjar y M'hamedi (2024), en Argelia, desarrollan *RSA*, un sistema interactivo diseñado para el reconocimiento y simulación de letras en lengua de signos árabe mediante la creación de un brazo robótico, con la finalidad de mejorar la enseñanza de esta.

En el campo de la diversidad motora, las opciones digitales también tienen cabida. Mahdi et al. (2024), en Canadá, partiendo de las potencialidades de *MyJay*, diseñan entornos lúdicos en los que los robots actúan como mediadores del juego, recogiendo o lanzando pelotas, permitiendo a infantes con dificultades en sus extremidades superiores participar en actividades que requieren esfuerzo físico. A su vez, Pannazio (2018), en Italia, diseña actividades con robótica educativa con la finalidad de reducir las dificultades visoespaciales en menores con parálisis cerebral grave, demostrando como con el robot controlado a distancia, los infantes pueden desarrollar una mayor conciencia del espacio y desarrollar habilidades visoespaciales. Por su parte, Van den Heuvel et al. (2020), en Países Bajos, a través del robot *ZORA*, realizan intervenciones basadas en el juego para menores con afectaciones físicas graves, arrojando resultados prometedores en cuanto al dominio de las habilidades motrices y comunicativas.

Como se ha visto, los avances en habilidades computacionales y entornos apoyados en robótica ofrecen una amplia variedad de intervenciones alentadoras en el ámbito de la atención a la diversidad. Sin embargo, en el panorama español, estas intervenciones son prácticamente inexistentes, por lo que la formación inicial cobra especial relevancia. En este sentido, con la presente investigación se pretende conocer las habilidades autopercebidas de futuros docentes sobre el uso de Tecnologías digitales para atender al alumnado con NEAE, como punto de partida en el diseño de programas formativos en entornos digitales.

2. MÉTODO

El presente estudio de corte cuantitativo es transversal, de tipo descriptivo y correlacional.

2.1. Participantes

La muestra estuvo formada por 218 estudiantes pertenecientes a los Grados de Educación Primaria, Social e Infantil ($n=218$) de las Facultades de Ciencias de la Educación y, Educación, Economía y Tecnología, de los campus de Granada y Ceuta (España). Para su selección se utilizó un muestreo incidental no probabilístico. La distribución de los participantes por sexo fue la siguiente: 184 fueron mujeres (86,17 %) y 52 hombres (13,83 %), en consonancia con la proporción de género en las titulaciones de educación en España, reveladas por el Instituto Nacional de Estadística. El rango de edad osciló entre 18 y 41 años ($M=23,71$; $DE=3,55$). En cuanto al análisis de potencia estadística (Cohen, 1988), se obtuvo una potencia del 86,7 %, lo

que indicó que se superaba el umbral recomendado del 85 %, con un nivel de significación del 5 %, para detectar valores de R2 inferiores al 10 %. Por lo tanto, no se identificaron problemas relacionados con el tamaño de la muestra.

La Tabla 1 recoge el análisis descriptivo de las principales características sociodemográficas, teniendo en cuenta el sexo, el curso, el grado, la comunidad autónoma, la experiencia previa con alumnado con NEAE y la formación específica en Tecnologías digitales.

Tabla 1

Análisis descriptivo de las variables sociodemográficas

Sexo	Participantes	% de Total
Hombre	35	18.6 %
Mujer	149	79.3 %
Prefiero no decirlo	4	2.1 %
Curso	Participantes	% de Total
Primero	74	39.4 %
Segundo	85	45.2 %
Tercero	14	7.4 %
Cuarto	15	8.0 %
Grado	Participantes	% de Total
Educación Infantil	65	34.6 %
Educación Infantil; Educación Primaria	1	0.5 %
Educación Primaria	78	41.5 %
Educación Primaria; Posgrado	3	1.6 %
Educación Social	35	18.6 %
Posgrado	6	3.2 %
Comunidad Autónoma	Participantes	% de Total
Andalucía	111	59.0 %
Ciudad Autónoma de Ceuta	76	40.4 %
Islas Canarias	1	0.5 %
Experiencia previa con alumnado con NEAE	Participantes	% de Total
No	132	70.2 %
Sí	56	29.8 %
Formación específica en Tecnologías digitales	Participantes	% de Total
No	120	63.8 %
Sí	68	36.2 %

2.2. Instrumentos

En este trabajo se utilizó una Adaptación del cuestionario TPACK para sistemas de inteligencia artificial de modelamiento y robótica educativa de Alemán-Saravia et al. (2023). Dado que se trataba de un cuestionario dirigido a evaluar la competencia digital, el conocimiento pedagógico y el uso de la tecnología de manera general, se consideró oportuno incorporar los ajustes realizados por Paidicán y Arredondo (2023), cuya aplicación se centraba en el ámbito

de la Educación Inclusiva y, la aportación de Saz-Pérez et al. (2024), contextualizada a la Inteligencia Artificial Generativa. Este cuestionario estuvo conformado por 7 dimensiones: Dimensión Conocimiento pedagógico (PK), Dimensión Conocimiento tecnológico (TK), Dimensión Conocimiento del contenido (CK), Dimensión Conocimiento pedagógico del contenido (PCK), Dimensión Conocimiento tecnológico del contenido (TCK), Dimensión Conocimiento tecnológico pedagógico (TPK) y Dimensión Conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK), distribuidos en 36 ítems (Alemán-Saravia et al., 2023). El desarrollado por Saz-Pérez et al. (2024), tenía 28 ítems, mientras que la versión de Paidicán y Arredondo (2023), poseía 40. En nuestro caso, el número de ítems se fijó en 37, tras realizar una valoración interjueces de manera complementaria al análisis factorial, de acuerdo con el propósito central del proyecto en el que se enmarca el presente estudio. Se realizaron análisis para verificar los supuestos de multicolinealidad, homogeneidad y homocedasticidad, con el fin de confirmar que la distribución resultante cumpliera con los criterios de interdependencia entre las variables. A partir de los datos recopilados con cada uno de los instrumentos (Tabla 2), se procedió a realizar un Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) para evaluar tanto la validez como la estructura interna de cada ítem.

Tabla 2

Cargas factoriales de los ítems del cuestionario

Factor	Indicador	α	ω	Estimador	SE	Z	p	β
PK	I1	0.945	0.945	0.425	0.0415	10.24	<.001	0.690
	I2	0.945	0.946	0.464	0.0433	10.71	<.001	0.714
	I3	0.945	0.946	0.490	0.0593	8.27	<.001	0.582
	I4	0.946	0.946	0.425	0.0431	9.85	<.001	0.667
	I5	0.946	0.947	0.309	0.0433	7.14	<.001	0.513
	I6	0.945	0.946	0.444	0.0436	10.19	<.001	0.686
	I7	0.946	0.946	0.536	0.0485	11.04	<.001	0.729
TK	I8	0.945	0.945	0.415	0.0594	6.99	<.001	0.497
	I9	0.945	0.946	0.453	0.0597	7.59	<.001	0.532
	I10	0.944	0.945	0.858	0.0726	11.82	<.001	0.753
	I11	0.944	0.945	0.899	0.0659	13.65	<.001	0.829
	I12	0.945	0.946	0.383	0.0566	6.78	<.001	0.482
	I13	0.943	0.945	0.995	0.0656	15.17	<.001	0.885
	I14	0.944	0.945	0.962	0.0802	11.99	<.001	0.760
CK	I15	0.945	0.946	0.679	0.0632	10.74	<.001	0.726
	I16	0.945	0.946	0.603	0.0589	10.25	<.001	0.703
	I17	0.945	0.946	0.634	0.0601	10.56	<.001	0.719
	I18	0.945	0.946	0.706	0.0709	9.96	<.001	0.689
	I19	0.946	0.946	0.436	0.0559	7.81	<.001	0.569
PCK	I20	0.945	0.946	0.494	0.0405	12.19	<.001	0.768
	I21	0.946	0.946	0.553	0.0400	13.82	<.001	0.835
	I22	0.945	0.946	0.578	0.0401	14.42	<.001	0.858
	I23	0.945	0.945	0.572	0.0393	14.54	<.001	0.862

Factor	Indicador	α	ω	Estimador	SE	Z	p	β
TCK	I24	0.945	0.945	0.506	0.0423	11.95	<.001	0.758
	I25	0.943	0.944	1.042	0.0663	15.72	<.001	0.897
	I26	0.943	0.944	1.079	0.0658	16.40	<.001	0.919
	I27	0.943	0.944	1.079	0.0642	16.80	<.001	0.932
TPK	I28	0.943	0.944	1.066	0.0645	16.53	<.001	0.926
	I29	0.943	0.944	1.027	0.0628	16.36	<.001	0.920
	I30	0.947	0.948	0.173	0.0742	2.33	0.020	0.173
	I31	0.945	0.946	0.445	0.0635	7.01	<.001	0.492
	I32	0.945	0.946	0.638	0.0679	9.39	<.001	0.628
TPACK	I33	0.944	0.945	0.633	0.0574	11.04	<.001	0.714
	I34	0.943	0.945	0.717	0.0714	10.05	<.001	0.666
	I35	0.945	0.945	0.740	0.0557	13.28	<.001	0.812
	I36	0.944	0.945	0.885	0.0539	16.42	<.001	0.925
	I37	0.944	0.945	0.825	0.0536	15.38	<.001	0.890

2.3. Procedimiento de recogida de datos

Todos los datos se trataron de acuerdo con la normativa establecida en el Reglamento UE 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de datos personales, y la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de garantía de los derechos digitales. Se aseguró al estudiantado que sus respuestas se mantendrían anónimas y confidenciales, utilizándose únicamente con fines científicos. El instrumento de investigación se administró de forma individual a través de Google Forms®. Los investigadores explicaron al alumnado la finalidad de la investigación y las pautas para su correcto desarrollo, solicitando su colaboración voluntaria. Se recogieron los datos y se comprobó su calidad, asegurando en todo momento los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki. La investigación contó con el informe favorable del Comité de Ética en Investigación Humana (3776/CEIH/2023) del Vicerrectorado de Investigación y Transferencia de la Universidad de Granada (España).

2.4. Análisis de los datos

Para el análisis de datos se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS 25.0. (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) y el software Jamovi en su versión 1.2, para establecer valores descriptivos (medias y frecuencias). Para comprender las diferencias entre dos correlaciones y la potencia estadística, se calculó el tamaño del efecto con la *d* de Cohen. En este caso y en función del valor obtenido, se clasifica en cero ($\leq 0,19$), pequeña (0,20-0,49), media (0,50-0,79) y fuerte ($\geq 0,80$). Además, para cada tamaño del efecto, se calculó el intervalo de confianza del 95 %. Mediante el test de Kolmogorov-Smirnov se determinó que los datos no seguían una distribución normal.

3. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de acuerdo con el propósito central del estudio, es decir, conocer las habilidades autopercebidas de futuros docentes en torno al uso de las Tecnologías digitales para atender al alumnado con NEAE.

Para ello, se comenzó calculando las correlaciones existentes entre cada una de las dimensiones del cuestionario (Tabla 3).

Tabla 3

Correlación de Spearman de cada una de las dimensiones del cuestionario

Variable	PK		TK		CK		PCK		TCK		TPK		TPACK
PK	—												
TK	0.351	***	—										
CK	0.522	***	0.402	***	—								
PCK	0.732	***	0.322	***	0.443	***	—						
TCK	0.276	***	0.743	***	0.495	***	0.207	**	—				
TPK	0.295	***	0.634	***	0.498	***	0.260	***	0.710	***	—		
TPACK	0.445	***	0.603	***	0.417	***	0.449	***	0.591	***	0.644	***	—

Nota: * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

En este análisis se observó que existe una relación positiva y estadísticamente significativa entre todas variables de estudio, estableciéndose una correlación alta entre la dimensión de conocimiento tecnológico del contenido (TCK) y el conocimiento tecnológico (TK) y, entre el conocimiento tecnológico pedagógico (TPK) y el conocimiento tecnológico del contenido (TCK). Sin embargo, en un nivel bajo, se correlacionaron de forma positiva el conocimiento tecnológico del contenido (TCK) y el conocimiento tecnológico pedagógico (TPK), con el conocimiento pedagógico del contenido (PCK). El resto de las dimensiones se correlacionaron en un nivel moderado.

Diferencias en función de las variables sociodemográficas

Para analizar las diferencias en función a la variable sociodemográfica sexo se empleó la prueba no paramétrica *Kruskal-Wallis* para muestras independientes (Tabla 4). Los resultados indicaron que existían diferencias significativas en las dimensiones de conocimiento del contenido (CK) ($p = 0,001$) y conocimiento tecnológico pedagógico (TPK) ($p = 0,018$). Para calcular el tamaño del efecto para esta prueba no paramétrica, se obtuvo el valor de $r [r = Z/\sqrt{n}]$, resultando un tamaño del efecto pequeño en todos los casos ($r < .2$) (Cohen, 1988).

Tabla 4

Diferencias de medias en función del sexo (Kruskal-Wallis)

Variable	Sexo	<i>M</i>	<i>DT</i>	χ^2	<i>p</i>	ϵ^2
PK	Hombre (35)	4.28	0.479	4.31	0.116	0.0231
	Mujer (149)	4.15	0.470			
	Prefiero no decirlo (4)	3.54	0.621			
TK	Hombre (35)	3.61	0.853	3.67	0.159	0.0196
	Mujer (149)	3.31	0.734			
	Prefiero no decirlo (4)	3.46	0.539			
CK	Hombre (35)	4.02	0.662	13.14	0.001	0.0702
	Mujer (149)	3.69	0.642			
	Prefiero no decirlo (4)	2.65	0.839			
PCK	Hombre (35)	4.23	0.442	5.35	0.069	0.0286
	Mujer (149)	4.13	0.529			
	Prefiero no decirlo (4)	3.00	1.497			
TCK	Hombre (35)	3.14	1.266	3.65	0.161	0.0195
	Mujer (149)	2.72	1.052			
	Prefiero no decirlo (4)	2.33	1.054			
TPK	Hombre (35)	3.69	0.925	7.98	0.018	0.0427
	Mujer (149)	3.24	0.721			
	Prefiero no decirlo (4)	2.95	0.526			
TPACK	Hombre (35)	3.81	0.801	4.03	0.134	0.0215
	Mujer (149)	3.46	0.799			
	Prefiero no decirlo (4)	3.45	0.443			

Asimismo, se evidenció que existían diferencias estadísticamente significativas para la dimensión conocimiento del contenido (CK) resultando $p=0.001$ en relación con la variable sociodemográfica *experiencia previa con alumnado con NEAE* (Tabla 5).

Tabla 5

Diferencias de medias en función de la experiencia previa con alumnado con NEAE (U de Mann-Whitney)

Variable	Experiencia previa	<i>M</i>	<i>DT</i>	χ^2	<i>p</i>	ϵ^2
PK	No (132)	4.13	0.478	3347	0.303	0.0946
	Sí (56)	4.25	0.490			
TK	No (132)	3.42	0.747	3240	0.181	0.1234
	Sí (56)	3.25	0.783			
CK	No (132)	3.63	0.692	2595	0.001	0.2980
	Sí (56)	3.95	0.591			
PCK	No (132)	4.12	0.600	3608	0.792	0.0238
	Sí (56)	4.15	0.488			
TCK	No (132)	2.82	1.128	3448	0.464	0.0672
	Sí (56)	2.70	1.050			
TPK	No (132)	3.33	0.783	3619	0.822	0.0208
	Sí (56)	3.29	0.769			
TPACK	No (132)	3.57	0.765	3243	0.182	0.1226
	Sí (56)	3.42	0.882			

Nota. (1) Tamaño del efecto estadístico expresado con el valor de Cohen. * $p<.05$; ** $p<.01$.

En relación con la variable sociodemográfica *formación* (Tabla 6) para la que la mayoría de la muestra indicó no tener formación previa en Tecnologías digitales, se constató que para las dimensiones conocimiento tecnológico (TK) ($p<.001$), conocimiento tecnológico del contenido (TCK) ($p<.001$) y conocimiento tecnológico pedagógico (TPK) ($p<.001$), existían diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 6

Diferencias de medias en función de la formación previa en Tecnologías digitales (U de Mann-Whitney)

Variable	Formación previa	<i>M</i>	<i>DT</i>	χ^2	<i>p</i>	ϵ^2
PK	No (120)	4.13	0.466	3732	0.329	0.08529
	Sí (68)	4.23	0.509			
TK	No (120)	3.16	0.735	2296	<.001	0.43738
	Sí (68)	3.73	0.665			
CK	No (120)	3.67	0.648	3609	0.186	0.11556
	Sí (68)	3.83	0.721			
PCK	No (120)	4.13	0.567	4049	0.929	0.00772
	Sí (68)	4.13	0.573			
TCK	No (120)	2.52	1.001	2589	<.001	0.36544
	Sí (68)	3.25	1.127			
TPK	No (120)	3.13	0.718	2614	<.001	0.35944
	Sí (68)	3.65	0.770			
TPACK	No (120)	3.39	0.835	3017	0.003	0.26066
	Sí (68)	3.77	0.682			

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos evidencian una serie de implicaciones importantes para la formación docente en Tecnologías digitales, así como su capacidad para atender la diversidad en las aulas. En primer lugar, los análisis muestran una correlación positiva significativa entre el conocimiento pedagógico y el tecnológico, lo que sugiere que el futuro profesorado tiene una buena percepción de su capacidad para integrar herramientas tecnológicas. Esta relación es clave, dado que la atención a la diversidad, como se ha sido señalado en la literatura (Fernández-Batanero et al., 2022a; Fernández-Batanero et al., 2022b; Gallardo-Montes et al., 2023), requiere del uso de tecnologías accesibles que faciliten el aprendizaje del estudiantado, especialmente aquel con NEAE (Checa-Domene et al., 2024).

No obstante, los datos también revelan que, aunque los participantes muestran una actitud positiva hacia la integración tecnológica (Tadeu, 2020), existen ciertas áreas donde la percepción del conocimiento es más débil, particularmente en lo que respecta al conocimiento tecnológico del contenido (TCK). Esto puede estar relacionado con la falta de formación específica en el uso de la tecnología educativa (Cabellos et al., 2024). Esta necesidad formativa también fue encontrada en el estudio de Cabero-Almenara et al., (2016), que evaluaba el nivel

de formación futuros docentes españoles sobre el uso de las Tecnologías digitales para apoyar el proceso de enseñanza en personas con NEAE.

Al respecto, es importante destacar que la formación en estas competencias debe ser continua, y no limitarse a la etapa de formación inicial, ya que la evolución tecnológica es rápida y constante (Esfijani y Zamani, 2020). Exponiendo así una necesidad manifiesta de incorporar la capacitación en esta área en la formación continua del profesorado (Fauth y González-Martínez, 2022; Fernández-Batanero et al., 2022b).

Además, las diferencias en las variables sociodemográficas como el sexo y la experiencia previa no arrojaron resultados significativos en la mayoría de las dimensiones, en línea con otras investigaciones (Guillén-Gámez et al., 2020). Sin embargo, es relevante señalar que aquellos con experiencia previa en el uso de tecnologías y formación específica en atención a la diversidad sí obtuvieron puntuaciones más altas en dimensiones como el TCK y el TPACK. Esto sugiere que la experiencia práctica y la formación adicional influyen de manera significativa en la percepción que tienen los futuros docentes sobre sus propias capacidades para utilizar estas herramientas de manera efectiva en contextos de diversidad. En esta línea, el trabajo de Casal et al. (2022) con docentes en formación concluyó que el uso y la formación en Tecnologías digitales incrementa las competencias en el manejo técnico y uso dentro de los procesos de aprendizaje.

Otro hallazgo relevante del estudio es la percepción sobre las tecnologías aplicadas a la atención de necesidades específicas en diversidad cognitiva, sensorial y motora. A pesar de que en el ámbito internacional existen avances importantes en la inclusión educativa mediante el uso de robótica y tecnologías asistidas (Guerrero-Vásquez et al., 2024), en el contexto español esta integración aún es limitada (Fernández-Batanero et al., 2022b). Los educadores en formación parecen tener conciencia del potencial de estas herramientas, pero también muestran una percepción limitada de su propia capacidad para implementarlas de manera efectiva.

En líneas generales, este estudio ha permitido identificar importantes áreas de mejora en la formación inicial de las futuras figuras educativas en lo que respecta a la alfabetización en Tecnologías digitales y su relación con la atención a la diversidad en el aula. Aunque los resultados son alentadores en términos de la actitud general hacia la tecnología y sus beneficios en la educación, es evidente que persisten debilidades, especialmente en la integración del conocimiento tecnológico del contenido (TCK) y en la aplicación práctica de tecnologías emergentes para la atención al alumnado con NEAE.

Es crucial que las instituciones educativas y los programas de formación docente incorporen de manera más estructurada contenidos relacionados con el uso de las Tecnologías digitales y la robótica educativa para atender a estudiantes con NEAE. Esto no solo fomentará una mayor inclusión en las aulas, sino que también contribuirá al desarrollo de competencias profesionales más acordes a las demandas actuales del sistema educativo y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente el ODS 4 relacionado con la Educación de Calidad, tal y como se adelantaba en la presente introducción.

Por otro lado, la experiencia y la formación continua han demostrado ser factores determinantes en la percepción que tienen los docentes en formación de sus competencias

tecnológicas. Esto sugiere que la formación inicial debe complementarse con oportunidades para que estos adquieran experiencia práctica y continúen desarrollando dichas competencias a lo largo de su carrera profesional.

En cuanto a limitaciones de este estudio, cabe destacar que la muestra que se ha empleado, aunque adecuada, tal y como arrojan los resultados del análisis de potencia estadística (Cohen, 1988) para explorar las percepciones de los docentes en formación, es limitada tanto en tamaño como en alcance, lo cual podría restringir la generalización de los resultados a otras titulaciones, instituciones o contextos educativos. Además, al centrarse en estudiantes de estos grados específicos, se reduce la posibilidad de extrapolar los hallazgos a futuros docentes de disciplinas no incluidas en el estudio, hecho que pudiera influir en la diversidad de competencias observadas. Además, es relevante destacar el diseño transversal y de tipo cuantitativo-descriptivo del estudio, el cual se basa en la recopilación de datos en un único momento temporal, limitando así la capacidad para analizar cambios en el tiempo o establecer relaciones causales entre las variables evaluadas. Si bien este tipo de diseño permite obtener una visión general de las percepciones y conocimientos actuales, carece de un enfoque longitudinal que podría ofrecer una perspectiva más profunda sobre el desarrollo de las competencias en Tecnologías digitales a lo largo del tiempo.

En definitiva, la alfabetización en Tecnologías digitales, apoyada en la integración de tecnologías emergentes como la robótica y la inteligencia artificial, tiene el potencial de transformar las aulas en espacios más inclusivos y adaptativos. No obstante, para que esta transformación sea efectiva, es necesario que los futuros docentes cuenten con una formación tanto teórica como práctica que sea sólida y específica, lo que les permitirá ser capaces de aprovechar al máximo estas herramientas. Solo de este modo se podrá avanzar hacia una educación verdaderamente inclusiva, donde todos los estudiantes, independientemente de sus necesidades, puedan alcanzar su máximo potencial. Por ello, este estudio sienta las bases para el diseño de programas de formativos y para la puesta en práctica de actividades teórico-prácticas centradas en el empleo de Robots y Gafas de Realidad Virtual, entre otros, durante la formación inicial de futuros docentes. En esta línea, esta investigación presenta unas claras implicaciones prácticas tanto para la comunidad educativa, como para la investigadora. Los resultados indican que los docentes en formación presentan una buena percepción sobre su capacidad para integrar tecnología educativa en su labor profesional, lo que implica que deben proponerse sesiones formativas que continúen fortaleciendo la integración de la tecnología pedagógica, como indicaba la dimensión TPK. Esto aseguraría que el futuro docente no solo comprendiera el uso práctico de las Tecnologías digitales, sino el modo de adaptarla a las necesidades del estudiantado. Así mismo, pese a presentarse una actitud positiva hacia la tecnología educativa, algunas dimensiones como la TCK requerían mayor atención, vislumbrando como la formación digital debía extenderse a lo largo de la carrera profesional, no ubicándose únicamente en la etapa formativa universitaria. Por tanto, se destaca la reestructuración de la formación inicial docente (Escudero y Martínez, 2021), poniendo el foco de atención en la integración de tecnologías emergentes, en pro de una educación inclusiva y de calidad que responda a la diversidad de las aulas actuales. En respuesta a estas ideas, algunas investigaciones que continuarán este estudio girarán en torno a la implementación de actividades prácticas apoyadas en Tecnologías digitales en la Educación Superior, de cara a detectar mejoras en las áreas vinculadas al conocimiento y utilidad de la tecnología educativa

aplicada a alumnado con NEAE, partiendo de la base de la actitud positiva del futuro docente ante las Tecnologías digitales.

5. FINANCIACIÓN

Este estudio ha recibido financiación por parte del Ministerio de Innovación, Ciencia y Universidades destinada al programa de Ayudas de Formación de Profesorado Universitario (FPU23/01764) y del proyecto “Impacto de las Ciencias Computacionales en la Educación Inclusiva. Retos y desafíos éticos para la profesionalización docente y su puesto en práctica (C-SEJ-349-UGR23) de la convocatoria de 12/09/2023 de Proyectos de Investigación Aplicada del Plan Propio de Investigación y Transferencia de la Universidad de Granada 2023, financiados por el Programa Operativo FEDER Andalucía 2021-2027.

6. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización, L.C-D; I.G-M; C.P.G-M; L.C-D; curación de datos, L.C-D; I.G-M; C.P.G-M; L.C-D; análisis formal, L.C-D; I.G-M; C.P.G-M; L.C-D; adquisición de financiación, L.C-D; I.G-M; investigación, L.C-D; I.G-M; C.P.G-M; L.C-D; metodología, L.C-D; I.C-G; C.P.G-M; L.C-D; administración del proyecto, L.C-D; I.C-G; C.P.G-M; L.C-D; recursos, L.C-D; I.G-M; C.P.G-M; L.C-D; software, L.C-D; I.G-M; C.P.G-M; L.C-D; supervisión, L.C-D; I.G-M; C.P.G-M; L.C-D; validación, L.C-D; I.G-M; C.P.G-M; L.C-D; visualización, L.C-D; I.G-M; C.P.G-M; L.C-D; redacción—preparación del borrador original, L.C-D; I.G-M; C.P.G-M; L.C-D; redacción—revisión y edición, L.C-D; I.G-M; C.P.G-M; L.C-D.

7. REFERENCIAS

- Alemán-Saravia, A. C., Deroncele-Acosta, A., y Robles-Mori, H. (2023). Traducción, adaptación cultural y validación del cuestionario TPACK-21 en docentes en servicio. *Revista de Ciencias Sociales*, 29(3), 453-469. <https://doi.org/10.31876/rsc.v29i3.40730>
- Ali, S., Mehmood, F., Khan, M.J., Ayaz, Y., Asgher, U., Sadia, H., Edifor, E. y Nawaz, R. (2020). A preliminary study on effectiveness of a standardized multi-robot therapy for improvement in collaborative multi-human interaction of children with ASD. *IEEE Access*, 8, 109466-109474. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3001365>
- Bharatharaj, J., Huang, L., Mohan, R.E., Al-Jumaily, A. y Krägeloh, C. (2017). Robot-assisted therapy for learning and social interaction of children with autism spectrum disorder. *Robotics* 6(4), 1-11. <https://doi.org/10.3390/ROBOTICS6010004>
- Cabellos, B., Siddiq, F. y Scherer, R. (2024). The moderating role of school facilitating conditions and attitudes towards ICT on teachers' ICT use and emphasis on developing students' digital skills. *Computers in Human Behaviour*, 150, 107994. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107994>
- Cabero-Almenara, J., Fernández-Batanero, J.M. y Barroso, J. (2016). Los alumnos del grado de Magisterio: TIC y discapacidad. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 18(3), 106-120. <https://redie.uabc.mx/redie/article/view/965/1480>

- Casal, L., Mariño, R., Barreria, E. M. y Fernández, J.C. (2022). La competencia digital de los futuros docentes de formación profesional: usos y actitudes que determinarán sus prácticas de enseñanza. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 113-126. <https://doi.org/10.6018/riite.522191>
- Checa-Domene, L., Garcia-Martinez, I., Gavin-Chocano, O. y Prieto, M. G. V. (2024). Augmented and virtual reality as a teaching resource to attend to the diversity of students with special educational needs: a systematic review. *European Journal of Special Needs Education*, 39(5), 709-728. <https://doi.org/10.1080/08856257.2023.2282247>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Second Edition. LEA.
- Conti, D., Trubia, G., Buono, S., Di Nuovo, S. y Di Nuovo, A. (2021). An empirical study on integrating a small humanoid robot to support the therapy of children with autism spectrum disorder and Intellectual Disability. *Interaction Studies*, 22(2), 177-211. <https://doi.org/10.1075/is.21011.con>
- David, D.O., Costescu, C.A., Matu, S., Szentagotai, A. y Dobrea, A. (2018). Developing joint attention for children with autism in Robot-Enhanced therapy. *International Journal of Social Robotics*, 10, 595-605 (2018). <https://doi.org/10.1007/s12369-017-0457-0>
- Delgado, K.V. (2021). El Diseño Universal para el Aprendizaje, una práctica para la educación inclusiva. Un estudio de caso. *Revista Internacional de Apoyo a la Inclusión, Logopedia, Sociedad y Multiculturalidad*, 7(2), 14-25. <https://doi.org/10.17561/riai.v7.n2.6280>
- Escudero, J.M. y Martínez, B. (2011). Educación inclusiva y cambio escolar. *Revista Iberoamericana de Educación*, 55(1), 85-105. <https://rieoei.org/historico/documentos/rie55a03.pdf>
- Esfijani, A. y Zamani, B. E. (2020). Factors influencing teachers' utilisation of ICT: The role of in-service training courses and access. *Research in Learning Technology*, 28. <https://doi.org/10.25304/rlt.v28.2313>
- Fauth, F. y González-Martínez, J. (2022). Trainees' personal characteristics in the learning transfer process of permanent online ICT teacher training. *Sustainability*, 14(1), 386. <https://doi.org/10.3390/su14010386>
- Fernández-Batanero, J. M., Román Gravan, P., Montenegro Rueda, M. y Fernández Cerero, J. (2022a). Conocimiento del profesorado universitario sobre el uso de recursos digitales para atender a personas con discapacidad. El caso de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. 98, 36.2, 63-78. <https://doi.org/10.47553/rifop.v98i36.2.93947>
- Fernández-Batanero, J.M., Montenegro-Rueda, M., Fernández-Cerero, J. y García-Martínez, I. (2022b). Assistive technology for the inclusion of students with disabilities: a systematic review. *Educational technology research and development*, 70, 1911-1930 <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10127-7>
- Fernández-Batanero, J.M., Román. P. y El Homrani, M. (2017). TIC y discapacidad. Conocimiento del profesorado de Educación Primaria en Andalucía. *Aula Abierta*, 46, 65-72. <https://doi.org/10.17811/rifie.46.2017.65-72>

- Gallardo-Montes, C.P., Caurcel, M.J., Rodríguez, A. (2023a). Opinions, training and requirements regarding ICT of educators in Florence and Granada for students with functional diversity. *Universal Access in the Information Society*, 23, 889-899. <https://doi.org/10.1007/s10209-023-00977-0>
- Gallardo-Montes, C.P., Caurcel, M.J., Crisol, E. y Peregrina, P. (2023b). ICT training perception of professionals in functional diversity in Granada. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 2064. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032064>
- García-Martínez, I., Fernández-Batanero, J.M., Fernández-Cerero, J. y León, S.P. (2023). Analysing the impact of Artificial Intelligence and Computational Sciences on Student Performance: Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of new approaches in educational research*, 12(1), 171-197. <https://doi.org/10.7821/naer.2023.1.1240>
- Gómez-Espinosa, A., Moreno, J.C. y Pérez-de la Cruz, S. (2024). Assisted robots in therapies for children with autism in early childhood. *Sensors*, 24(5), 1503. <https://doi.org/10.3390/s24051503>
- Guerrero-Vásquez, L.F., Robles-Bykbaev, V.E., Cordero-Jara, P.A. Jara-Jimbo, P.S. (2024). Design and Evaluation of a Mobile Robotic Assistant for Emotional Learning in Individuals with ASD: Expert Evaluation Stage. *International Journal of Social Robotics*, 16, 1765-1781. <https://doi.org/10.1007/s12369-024-01145-x>
- Guillen-Gámez, F.D., Mayorga-Fernández, M.J. y Del Moral, M.T. (2020). Comparative research in the digital competence of the pre-service education teacher: face-to-face vs blended education and gender. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 16(3), 1-9. <https://doi.org/10.20368/1971-8829/1135214>
- Kim, M., Kim, J. y Lee, W. (2024). Enhancing computational thinking in students with autism spectrum disorder and intellectual disabilities: a robot programming approach. *International Journal of Developmental Disabilities*, 1-16. <https://doi.org/10.1080/20473869.2024.2394735>
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.
- Ladrón-de-Guevara, L., Almagro, B. J. y Cabero-Almenara, J. (2021). Cuestionario TPACK para docentes de Educación Física. *Campus Virtuales*, 10(1), 173-183. <http://uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/763/441>
- López, F., Molina, A.G. y Mallo, C. (2018). Taller de robótica para alumnos con discapacidad visual de Educación Infantil y Primaria. *Integración: Revista Digital Sobre Discapacidad Visual*, 73, 90-117. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6735119>
- Luccio, F.L. y Gaspari, D. (2020). *Learning Sign Language from a Sanbot Robot*. GoodTechs '20: Conference on Smart Objects and Technologies for Social Good, 138-143. <https://doi.org/10.1145/3411170.3411252>
- Mahdi, H., Jouaiti, M., Saleh, S. y Dautenhah, K. (2024). Towards accessible robot-assisted physical play for children with physical disabilities. MyJay, from user-centred design to an initial feasibility study. *Interaction Studies*, 25(1), 136-69. <https://doi.org/10.1075/is.00023.mah>

- Marques, G. H. M., Einloft, D. C., Bergamin, A. C. P., Marek, J. A., Maidana, R. G., Campos, M. B., Manssour, I.H. y Amory, A.M. (2017). *Donnie robot: Towards an accessible and educational robot for visually impaired people*. Latin American Robotics Symposium. <https://doi.org/10.1109/SBR-LARS-R.2017.8215273>
- Nedjar, I. y M'hamedi, M. (2024). Interactive system based on artificial intelligence and robotic arm to enhance arabic sign language learning in deaf children. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12826-5>
- Paidicán, M. Á. y Arredondo, P. (2023). Evaluación de la validez y fiabilidad del cuestionario de conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK) para docentes de primaria. *Revista Innova Educación*, 5(1), 38-58. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2023.05.003>
- Pennazio, V. (2018). Robotics and increase of visual-space abilities in children with physical disabilities in kindergarten. *Mondo Digitale*, 17(75). <https://acortar.link/vuL3OQ>
- Riazy, S., Weller, S. I. y Simbeck, K. (2020). *Evaluation of low-threshold programming learning environments for the blind and partially sighted*. CSEDU 2020, International Conference on Computer Supported Education, 2, 366-373. <https://doi.org/10.5220/0009448603660373>
- Saz-Pérez, F., Pizá-Mir, B., y Lizana-Carrió, A. (2024). Validación y estructura factorial de un cuestionario TPACK en el contexto de inteligencia artificial generativa (IAG). *Hachetetepe. Revista científica en Educación y Comunicación*, (28), 1-14. <https://doi.org/10.25267/Hachetetepe.2024.i28.1101>
- Tadeu, P. (2020). La competencia científico-tecnológica en la formación del futuro docente: algunos aspectos de la autopercepción en respeto a la integración de las TIC en el aula. *Educatio Siglo XXI*, 38(3), 37-54. <https://doi.org/10.6018/educatio.413821>
- Van den Heuvel, R.J.F., Lexis, M.A.S. y De Witte, L.P. (2020). ZORA Robot based interventions to achieve therapeutic and educational goals in children with severe physical disabilities. *International Journal of Social Robotics*, 12, 493-504. <https://doi.org/10.1007/s12369-019-00578-z>
- Villanueva, A. (2019). *Escornabot: Proyecto para niños con discapacidad visual o ceguera*. Mecatrónica Lab. <https://mecatronicalab.es/escornabot-proyecto-para-ninos-con-discapacidad-visual-o-ceguera/>

Para citar este artículo:

Checa-Domene, L., García-Martínez, I., Gallardo-Montes, C. del P., y Cambil-Díaz, L. (2025). Alfabetización en Ciencias Computacionales de futuros docentes para atender a la diversidad. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (92), 55-70. <https://doi.org/10.21556/edutec.2025.92.3687>