

# La formación y autoeficacia del profesorado de matemáticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de las TIC

## RESUMEN

La aplicación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas representa actualmente un reto para el profesorado. Muchos docentes no se sienten suficientemente capacitados para utilizar las TIC en la enseñanza de las matemáticas. El apoyo de las TIC es importante para la formación continua del estudiantado universitario actual. El presente estudio tiene como objetivo evaluar la autoeficacia del profesorado de matemáticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de las TIC. El estudio se encuentra en el enfoque cuantitativo. La muestra fue de 249 participantes. Se aplicó la teoría del Control-Valor, para verificar la valoración del control, disfrute y autoeficacia de las TIC a través de un cuestionario digital. Los resultados indican que el control, el disfrute y la autoeficacia percibidos por el profesorado en formación son elementos clave en la enseñanza de las matemáticas mediada por TIC. Las universidades desempeñan un papel esencial en la formación de profesores digitalmente competentes. El disfrute de los profesores en formación es afectado directamente por la autoeficacia de la enseñanza de las TIC en matemáticas. El control, la valoración del control y los valores también se vieron afectados positivamente por el disfrute.

**Palabras-clave:** Formación profesional; Educación matemática; Tecnología de la información y comunicación; Autoeficacia en las TIC; Teoría del valor de control.

## 1. INTRODUCCIÓN

La competencia en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se considera críticamente importante en el mundo actual y se le asigna un papel fundamental en todos los marcos teóricos de las habilidades del siglo XXI (Das, 2019). En consecuencia, se cree generalmente que el uso

Derling José Mendoza  
Velazco <sup>i</sup>

Universidad Nacional  
de Educación UNAE,  
Ecuador

Elizeth Mayrene Flores  
Hinostr <sup>ii</sup>

Universidad Estatal de  
la Península de Santa  
Elena UPSE, Ecuador

Paola Andrea Pérez Bravo  
<sup>iii</sup>

Universidad Técnica de  
Manabí UTM, Ecuador

de las TIC debe ser facilitado por el sistema educativo formal (K-12) (Alamin et al., 2022). Además, las herramientas TIC permiten formas innovadoras de enseñanza y tienen el potencial de enriquecer las actividades de aprendizaje (Pilliza Luguaña & Parra Iñacasha, 2023). Por ejemplo, se ha demostrado que la aplicación de las TIC en las escuelas tiene un efecto positivo en el rendimiento matemático de los alumnos (Adarkwah, 2021). Los estudios también sugieren que el uso de las TIC durante la formación del profesorado es beneficioso para el desarrollo del conocimiento profesional del contenido en matemáticas del profesorado en formación, lo que demuestra que las TIC son una valiosa herramienta de aprendizaje en diversos contextos educativos (Bond et al., 2018; Pozo et al., 2021). Por lo tanto, el uso adecuado y la aplicación de las TIC en el aula se está convirtiendo cada vez más en una parte esencial de la competencia profesional del profesorado, lo que significa que el personal docente debe ser usuario competente de las TIC y ser capaz de integrarlas de forma significativa en los procesos didácticos (Greer & McCann, 2018; Hashemi & Kew, 2021).

Al mismo tiempo, existe una gran heterogeneidad en cuanto a la infraestructura de las TIC y el uso de las TIC en las escuelas entre los países latinos (Flores-Tena et al., 2021). Bond et al. (2018) descubrieron que el uso de las TIC en la educación ecuatoriana es uno de los más bajos en América del Sur, con solo un 20% y más del 30% de los profesores que utilizan las TIC de forma regular. La diferencia sustancial puede (al menos en parte) deberse al nivel inferior de la infraestructura técnica en Ecuador. No es de extrañar, pues, que los profesores de Alemania informen de la necesidad de un desarrollo profesional sustancial en el ámbito de las TIC, en particular en lo que respecta al uso didáctico de las TIC.

Los estudios han demostrado que las creencias y los sentimientos que tienen los profesores son factores importantes cuando se decide a favor o en contra del uso de las TIC (Chaidi et al., 2021). Los valores afectivo-motivacionales de los profesores para determinar el uso de las TIC en el aula son importantes. Modelos como el de aceptación tecnológica y el de voluntad-habilidad-herramienta destacan que las creencias del profesorado sobre su competencia digital, junto con las emociones asociadas, son determinantes en la adopción de las TIC (Dziuban et al., 2018; Eleftheriadi et al., 2021; Guillén-Gámez et al., 2020; Hafifah, 2020; Ismaili, 2022; Sharma, 2020; Tadeu et al., 2019).

Los estudios de Foulger et al. (2017) demuestran que el uso de las TIC varía en función de las distintas asignaturas y se ve influido por el contenido. Aunque algunas herramientas TIC son aplicables a distintas asignaturas, muchas de ellas están destinadas a mejorar el aprendizaje de una materia específica (Bansa & Asrini, 2020). En el caso de las matemáticas, por ejemplo, los robots permiten a los niños experimentar el pensamiento algorítmico en relación con las ideas geométricas. Las aplicaciones proporcionan simultáneamente múltiples formas de representación de los conceptos aritméticos. Las herramientas digitales ayudan a los estudiantes a estructurar los números, reduciendo así la carga cognitiva.

Según Yeboah et al. (2020) y König et al. (2020), las experiencias emocionales en la enseñanza son específicas del dominio. En el caso de las matemáticas, la manera en que se estructuran y enseñan los contenidos

incide directamente en las emociones que experimentan tanto docentes como estudiantes (Muthén & Muthén, 2017; Pekrun, 2006). La presencia de tareas exigentes, la naturaleza jerárquica de los contenidos y una alta rigidez evaluativa pueden provocar emociones negativas como ansiedad, impotencia o vergüenza (Sharma, 2020). En contraste, la superación de desafíos matemáticos genera emociones positivas como el orgullo o el disfrute (Murithi & Yoo, 2021). No obstante, estas emociones no emergen por la tarea en sí, sino por la valoración subjetiva que el docente hace de ella. En este marco, la teoría del control-valor establece que las emociones surgen de dos tipos de juicios: la percepción de control sobre los recursos disponibles, y el valor atribuido a la tarea (Bandura, 1995; Pozo et al., 2021). La combinación de ambas valoraciones configura la respuesta emocional que se experimenta en contextos educativos (Marbán et al., 2021).

Este estudio explora cómo el disfrute influye en la autoeficacia del profesorado en formación al emplear las TIC en la enseñanza de las matemáticas. Se consideran, además, los factores emocionales identificados en la literatura como componentes relevantes en este proceso. Asimismo, se analizan las condiciones que pueden favorecer el desarrollo de la autoeficacia docente mediante el uso pedagógico de herramientas digitales.

## 2. SUSTENTOS TEÓRICOS

### 2.1. AUTOEFICACIA EN LA ENSEÑANZA DE LAS TIC

El concepto de autoeficacia, según Hasin y Nasir (2021), se fundamenta en la teoría del aprendizaje social. La autoeficacia general se entiende como la creencia en la propia capacidad para afrontar y resolver demandas específicas (Hashemi & Kew, 2021). Esta puede abordarse de manera global o contextualizada en dominios concretos. En este sentido, cada tipo de autoeficacia no se refiere solo a habilidades generales, sino a competencias específicas necesarias para una tarea determinada (Sharma, 2020; Tadeu et al., 2019).

La autoeficacia vinculada a las TIC se puede entender como la creencia en la capacidad personal para utilizarlas en tareas cotidianas, tales como enviar correos electrónicos, navegar por internet o crear presentaciones digitales (Adarkwah, 2021; Ismaili, 2022). Esta percepción es un predictor significativo del uso de herramientas TIC en el aula por parte del profesorado (Babae et al., 2021). Por ejemplo, Fraillon et al. (2020) destacaron que, según el estudio IEA International Computer and Information Literacy Study, la autoeficacia tecnológica entre adolescentes presenta variaciones notables entre países (Camargo Pongutá, 2018). Igualmente, Eleftheriadi et al. (2021) demostraron que las experiencias formativas durante la carrera docente inciden positivamente en el fortalecimiento de la autoeficacia en TIC. En función de estos hallazgos, promover la autoeficacia digital debe ser un componente esencial en los programas de formación del profesorado (Foulger et al., 2017; Rahiem, 2020).

La autoeficacia docente en el uso de las TIC también se refiere a la

confianza en la capacidad para integrarlas como herramientas didácticas en el aula. Esto incluye, por ejemplo, el empleo de entornos de geometría dinámica, robots educativos o aplicaciones diseñadas para facilitar el aprendizaje. Como se ha señalado, esta forma de autoeficacia resulta fundamental dentro del modelo de voluntad, habilidad y herramienta. Según Purnamawati et al. (2019), tales competencias constituyen un eje clave en la preparación profesional docente. No obstante, en el contexto ecuatoriano, muchos profesores manifiestan sentirse poco preparados para utilizar las TIC de manera que impulsen el aprendizaje (König et al., 2020). Por ello, resulta necesario promover tanto el dominio técnico como la capacidad para diseñar entornos digitales que favorezcan procesos formativos de alta calidad (Yeboah et al., 2020).

La autoeficacia en el uso de las TIC por parte del profesorado implica la convicción de poder emplearlas eficazmente como recurso didáctico. Esta competencia abarca, por un lado, la capacidad para seleccionar herramientas tecnológicas pertinentes a los contenidos matemáticos y, por otro, la habilidad para diseñar entornos de aprendizaje estructurados que integren dichas herramientas de manera pedagógicamente coherente.

## 2.2. EL DISFRUTE DEL USO DE LAS TIC

El disfrute puede entenderse como una emoción positiva y activadora, que contrasta con otras emociones académicas como la ansiedad (Greer & McCann, 2018). Eleftheriadi et al. (2021) lo describen como el placer que se experimenta al resolver problemas en contextos educativos. Esta emoción puede surgir tanto durante la actividad de aprendizaje como al anticipar o reflexionar sobre los resultados alcanzados, y se asocia directamente con el rendimiento académico (Ashtiani & Valoojerdy, 2022; Sulemana & Abdul-Kadir, 2019). Con base en la teoría del control-valor, se considera que el disfrute emerge cuando un individuo percibe un alto grado de control y asigna un valor positivo a la situación (Pekrun, 2006). En el presente estudio, a diferencia de investigaciones anteriores, se analiza específicamente cómo esta emoción influye en la autoeficacia del profesorado en formación al utilizar TIC en la enseñanza de las matemáticas (Shanks, 2020).

El disfrute puede considerarse una reacción emocional positiva que surge cuando la situación de aprendizaje se percibe como controlable y significativa. Este tipo de emociones se ha asociado con beneficios como el uso intensivo de estrategias metacognitivas, mayor implicación y mejores resultados académicos (Pozo et al., 2021). Fraillon et al. (2020) señalan que los docentes que disfrutan utilizando herramientas digitales en el aula tienden a integrarlas con mayor frecuencia. Por ello, fomentar experiencias positivas en la formación docente resulta fundamental para promover una enseñanza de las matemáticas mediada eficazmente por TIC.

Joshi et al. (2021) afirman que el profesorado experimenta el disfrute con más frecuencia que otras emociones al enseñar matemáticas con el uso de las TIC. Además, los profesores que disfrutan de las matemáticas son más propensos a promover el disfrute entre sus alumnos que los que no lo hacen (Pólya, 1977). Otros estudios han demostrado que el disfrute de los profesores está positivamente relacionado con el de los alumnos (Guillén-Gámez et al.,

2020; Shanks, 2020). Marbán et al. (2021) sugieren que el disfrute experimentado por los profesores en formación como aprendices de matemáticas afecta positivamente a su experiencia de disfrute cuando enseñan ellos mismos matemáticas. Por lo tanto, los programas de formación del profesorado juegan un papel esencial en el desarrollo del disfrute por parte de los profesores en formación.

Es probable que el disfrute también desempeñe un papel vital en las decisiones de los profesores al utilizar las herramientas TIC para la enseñanza. Evidentemente, no hay una necesidad estricta de utilizar las TIC para la enseñanza y los profesores no tienen ninguna obligación, legal o de otro tipo, de utilizar las herramientas TIC para la enseñanza (Das, 2019). En consecuencia, y con el fin de promover el uso didáctico de las herramientas TIC en las escuelas, es necesario comprender qué hace que los profesores decidan integrar las herramientas TIC en su enseñanza. Purnomo & Jailani (2019) han demostrado que el disfrute motiva la exploración, la búsqueda de información y promueve el compromiso sostenido en las actividades de aprendizaje. Por otra parte, Joshi et al. (2021) han revelado, además, que el disfrute facilita un estado profundo de implicación con las TIC. En concreto, el disfrute en los procesos de aprendizaje matemático ha demostrado predecir positivamente la autoeficacia matemática y el disfrute en el uso de las TIC. Para Trujillo et al. (2020), se puede predecir la autoeficacia en las TIC con una  $\beta = 0,24$ . No hay estudios disponibles sobre el efecto del disfrute en la autoeficacia docente de las TIC (ni en general ni para una materia específica).

### 2.3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN E HIPÓTESIS

La presente investigación relaciona la autoeficacia para la enseñanza de las TIC en matemáticas y el disfrute del uso de las TIC para la enseñanza de las matemáticas en el marco de la teoría del control-valor. Para ello, se examinan los efectos de las apreciaciones de control y de valor, la autoeficacia para la enseñanza de las TIC y el disfrute. De esta forma, emerge la siguiente interrogante de investigación: ¿Qué relación existe entre la autoeficacia docente y el disfrute del uso de las TIC en la enseñanza de las matemáticas, desde el enfoque de la teoría del control-valor?

Con base en las teorías existentes relacionadas con aprendizaje social y de la concepción de Bandura (1995) sobre la autoeficacia general, la teoría del control-valor y aplicando un enfoque de investigación cuantitativo, se plantean las siguientes hipótesis:

- Hipótesis alternativa: Se considera que el disfrute tiene un efecto positivo directo sobre la autoeficacia en la enseñanza de las TIC (H10).
- Hipótesis nula: Se considera que el disfrute no tiene un efecto positivo directo sobre la autoeficacia en la enseñanza de las TIC (H01).
- Hipótesis alternativa: Tanto el control como la apreciación del valor tienen efectos sobre la experiencia de disfrute del profesorado en formación en el contexto de las TIC en matemáticas (H20).
- Hipótesis nula: Tanto el control como la apreciación del valor, no presentan efectos sobre la experiencia de disfrute del profesorado en

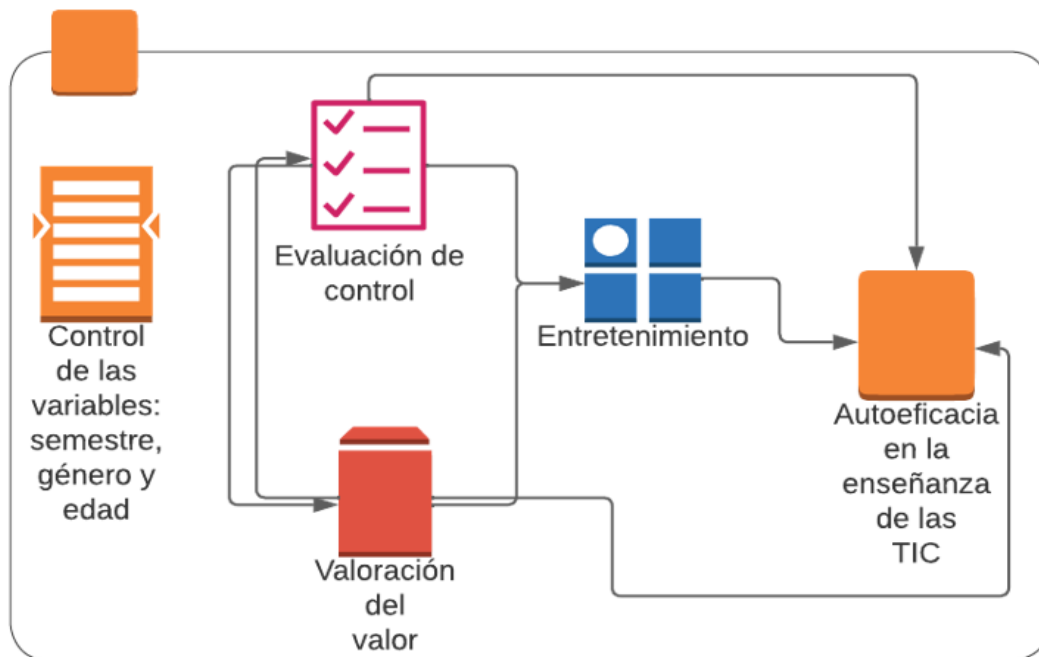
formación en el contexto de las TIC en matemáticas (H02).

- Hipótesis alternativa: La valoración del control y la valoración del valor tienen efectos directos sobre la autoeficacia en la enseñanza de las TIC (H30).
- Hipótesis nula: La valoración del control y la valoración del valor no tienen efectos directos sobre la autoeficacia en la enseñanza de las TIC (H03).

Las hipótesis expuestas pueden derivarse de los resultados empíricos y de los supuestos del modelo de voluntad, habilidad, herramienta y del modelo de aceptación de la tecnología (Murithi & Yoo, 2021). Sobre la base de los resultados empíricos, se espera que el género, el semestre de formación y la edad del profesorado afecten a todos los constructos examinados. En consecuencia, se examinarán los efectos controlando el género, el semestre y la edad. Se analizan todos los posibles efectos indirectos. El modelo hipotético del presente estudio se muestra en la Figura 1.

**Figura 1**

*Modelo teórico del control de las variables de semestre, género y edad*



Nota: Elaboración propia.

### 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. DISEÑO METODOLÓGICO

Este estudio adoptó un enfoque cuantitativo de tipo hipotético-descriptivo, adecuado para contrastar las hipótesis planteadas y explorar relaciones entre variables. La investigación se realizó en Ecuador durante el año 2022, utilizando como instrumento de recogida de datos un cuestionario digital

anónimo. Para el análisis, se aplicó un modelo de ecuaciones estructurales mediante la técnica Partial Least Squares (PLS), que permite examinar de forma simultánea relaciones directas e indirectas entre variables dependientes e independientes (Sulemana & Abdul-Kadir, 2019).

### 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Según la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, 2022), existe una población estudiantil universitaria en el área de matemáticas de 850. Para la selección de la muestra, se aplicó un muestreo no probabilístico de tipo participativo (Otzen & Manterola, 2017). De esta forma, se envió un email a las universidades de pregrado y postgrado del Ecuador que brindan formación académica universitaria en el área de matemáticas, solicitando la participación del profesorado en formación a desarrollar el cuestionario digital.

La muestra estuvo conformada por 249 estudiantes en formación docente, inscritos en programas de licenciatura en Educación con mención en Matemáticas, pertenecientes a distintas universidades ecuatorianas. El 72,6% de los participantes fueron mujeres y el 27,4% hombres, con una edad promedio de 22 años. Todos los participantes cursaban asignaturas vinculadas a la enseñanza de las matemáticas, lo que aseguraba la pertinencia del análisis en relación con el uso de TIC en este campo.

### 3.3. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para evaluar los constructos del estudio se utilizó un cuestionario estandarizado, elaborado específicamente para esta investigación. La redacción de los ítems se basó en fundamentos teóricos vinculados a cada dimensión, como la teoría de la autoeficacia de Bandura para los ítems relativos a la enseñanza con TIC. Todos los ítems fueron adaptados a la pregunta de investigación, y se organizaron en cinco escalas, cuyas afirmaciones están detalladas en la Tabla 1. Previamente a la aplicación del cuestionario, se ofreció a los participantes una aclaración conceptual sobre el término “herramientas TIC”, entendido como dispositivos físicos (hardware), contenidos digitales (software) o la combinación de ambos. Las respuestas se estructuraron en una escala tipo Likert de cinco niveles: 1 (no se aplica en absoluto), 2 (casi nunca se aplica), 3 (algunas veces se aplica), 4 (casi siempre se aplica) y 5 (siempre se aplica). La validez de contenido fue revisada de manera sistemática mediante un proceso iterativo por parte del equipo de investigación. La fiabilidad del instrumento se evaluó con el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de 0,783, lo que indica una consistencia interna aceptable.

### 3.4. ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis estadístico se aplicó un modelo de ecuaciones estructurales mediante la técnica PLS, con el uso de los programas Smart PLS 3.3.9 y SPSS 25. Esta técnica es adecuada para explorar relaciones complejas entre variables latentes, especialmente cuando se trabaja con muestras relativamente

pequeñas y no se asume normalidad en la distribución de los datos (Rahiem, 2020). El enfoque PLS permitió calcular simultáneamente coeficientes de regresión para relaciones directas e indirectas, alineándose con el modelo teórico propuesto y las hipótesis formuladas (Muthén & Muthén, 2017).

#### 4. RESULTADOS

La Tabla 1 presenta los ítems correspondientes a las cinco escalas del cuestionario, junto con sus estadísticas descriptivas: media, desviación estándar, asimetría y curtosis. Las medias de los ítems relacionados con autoeficacia y disfrute oscilan entre 3,5 y 4,2, lo que indica que los participantes tienden a valorar positivamente tanto su percepción de competencia para emplear TIC en la enseñanza, como la experiencia subjetiva asociada a dicho uso en el contexto matemático.

**Tabla 1**  
*Medias, cargas factoriales estandarizadas y errores estándar para todos los indicadores de las variables latentes*

Constructo	Ítems	Media	Carga del factor	SE
Control	Es importante para mí entender cómo funcionan las herramientas de las TIC.	4,10	0,70	0,04
	Es importante para mí poder modificar las herramientas TIC.	3,48	0,73	0,05
	Me resulta fácil adaptar las herramientas TIC a mis necesidades.	3,89	0,68	0,06
Valor	El uso de las herramientas de las TIC aumenta la motivación del alumno por las matemáticas.	4,73	0,02	0,06
	El uso de herramientas TIC facilita el seguimiento de los procesos de aprendizaje en matemáticas.	3,97	0,81	0,05
	El uso de las herramientas TIC mejora la comprensión de las matemáticas por parte de los alumnos.	4,0	0,88	0,03
	El uso de herramientas TIC mejora el rendimiento de los estudiantes en las matemáticas.	3,72	0,67	0,05
Entretenimiento	Disfruto del uso de las herramientas TIC.	4,53	0,72	0,04
	Disfruto diseñando entornos de aprendizaje con soporte digital para las matemáticas.	4,20	0,82	0,03
	Me gusta pensar en los posibles usos de las herramientas TIC para la enseñanza de las matemáticas.	3,49	0,73	0,04
Autoeficacia de las TIC	Creo que soy capaz de utilizar las herramientas de las TIC para la enseñanza de las matemáticas de una manera que beneficia a los estudiantes.	4,33	0,76	0,03
	Creo que puedo considerar adecuadamente las ventajas e inconvenientes de una herramienta TIC a la hora de planificar una clase de matemáticas.	4,27	0,79	0,03
	Estoy convencido de que puedo diseñar un entorno de aprendizaje con apoyo digital para la mayoría de los temas matemáticos.	3,80	0,89	0,02
	Creo que puedo utilizar las herramientas TIC de forma que faciliten los procesos de aprendizaje matemático.	4,15	0,89	0,02

Nota. TIC = Tecnologías de la información y la comunicación. SE = error estándar.

Teniendo en cuenta el rango posible, se muestra que los participantes calificaron globalmente como altos el control, el valor, el disfrute y la autoeficacia en la enseñanza de las TIC. Como muestra la Tabla 2, todas las cargas factoriales fueron significativas ( $p < .001$ ) y sustanciales ( $\lambda > 0,3$ ). La fiabilidad de la escala que capta la valoración del control fue buena ( $\omega$  de McDonald = 0,79).

**Tabla 2**  
*Resultados descriptivos*

	Control	Valor	Disfrute	Autoeficacia de las TIC
<b>Media</b>	11,46 (3,03)	16,44 (3,04)	12,20 (2,97)	16,53 (3,78)
<b>Mínimo, Máximo</b>	3 ; 18	4 ; 24	3 ; 18	5 ; 24

Nota: Elaboración propia.

La estimación de McDonald's  $\omega = 0,90$  para la valoración indica una fiabilidad muy buena. La fiabilidad para el disfrute fue buena, según el valor  $\omega = .83$  y la fiabilidad para la autoeficacia en la enseñanza de las TIC fue muy buena, según McDonald con un valor de  $\omega = 0,93$ . Las varianzas de las variables de rasgos latentes fueron significativas ( $p < .001$ ). Las correlaciones estandarizadas entre las variables de rasgos latentes fueron sustanciales y positivas, como se supone teóricamente. Las estimaciones se presentan en la Tabla 3.

**Tabla 3**  
*Correlaciones entre variables latentes (matriz triangular inferior) y varianzas de las variables latentes (diagonal)*

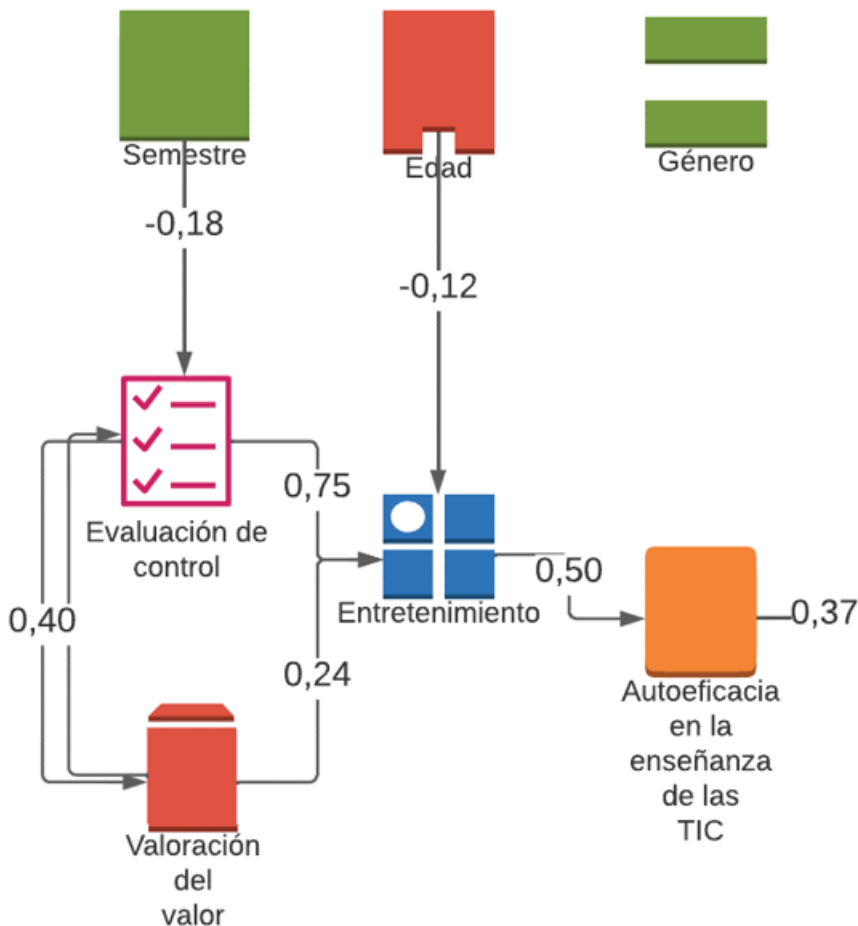
	Control	Valor	Disfrute	Autoeficacia de las TIC
<b>Control</b>	0,81			
<b>Valor</b>	0,40	0,43		
<b>Disfrute</b>	0,83	0,56	0,64	
<b>Autoeficacia de las TIC</b>	0,72	0,50	0,78	0,71

Nota: Elaboración propia.

El ajuste empírico del modelo teórico a los datos fue bueno ( $\chi^2 (103) = 162,11, p = .0002, RMSEA = .04 [.03; .05], CFI = .96, SRMR = .04$ ). Los resultados se presentan en la Figura 2. Solo se presentan los coeficientes significativos de  $p < .001$ . El género no tuvo efecto en ninguna otra variable del modelo. El semestre tuvo un efecto negativo directo sobre la valoración del control. La edad tuvo un efecto negativo directo sobre el disfrute. Ambos efectos fueron pequeños. El semestre y la edad no estaban significativamente relacionados entre sí ( $p = .81$ ). Las evaluaciones de control y de valor se relacionaron positivamente entre sí. Como se suponía teóricamente, el disfrute de los profesores

en formación afectaba directamente a la autoeficacia de la enseñanza de las TIC en matemáticas (confirmando la H10). El efecto fue positivo y de tamaño moderado. El control, la valoración del control y los valores también afectaron positivamente al disfrute. Ambos efectos se cumplieron en la hipótesis (confirmando la H20).

**Figura 2**  
*Modelo empírico*



Nota: Elaboración propia.

El coeficiente estandarizado de la evaluación de control sobre el disfrute fue tres veces mayor que el efecto estandarizado de la evaluación de valor sobre el disfrute. Mientras que el efecto de las evaluaciones de control sobre el disfrute fue grande, el efecto de las evaluaciones de valor sobre el disfrute fue comparativamente pequeño. No se encontraron efectos directos de la evaluación de control ni de la evaluación de valores sobre la autoeficacia en la enseñanza de las TIC (H30 no confirmada). Sin embargo, se encontró un efecto indirecto de la evaluación de control sobre la autoeficacia en la enseñanza de las TIC, mediado por el disfrute ( $\beta_{i1} = .38$ ;  $p < .05$ ; véase Figura 2). Como no hubo un efecto directo de la valoración del control sobre la autoeficacia para la enseñanza de las TIC, pero existe una correlación latente positiva entre ambas variables cuando no se incluyen otras variables, hay que señalar que el disfrute puede considerarse como un mediador completo entre el

control y la autoeficacia para la enseñanza de las TIC. El efecto indirecto de la valoración sobre la autoeficacia docente con las TIC fue  $\beta_2 = 0,12$ , pero no fue significativo ( $p = .051$ ). También hubo un efecto indirecto del semestre sobre el disfrute, mediado por el control, con  $\beta_3 = -1,3$ . Este efecto indirecto fue significativo ( $p = .04$ ), pero pequeño.

## 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

El presente estudio se sustentó en la teoría de la autoeficacia de Bandura (1995) y en el modelo control-valor de Pekrun (2006), que explica cómo las emociones emergen a partir de valoraciones cognitivas sobre situaciones de aprendizaje. Los resultados empíricos mostraron que los participantes perciben niveles elevados de control, autoeficacia y disfrute en el uso de herramientas TIC para la enseñanza de las matemáticas, lo que confirma parcialmente el modelo teórico adoptado (Ashtiani & Valoojerdy, 2022; Hasin & Nasir, 2021). Se observó que la percepción de control influye positivamente sobre la autoeficacia y, de forma indirecta, sobre el disfrute. Asimismo, el valor atribuido al uso de las TIC se relaciona con una mayor autoeficacia, aunque esta última no mostró un efecto directo significativo sobre el disfrute, lo que indica la posible mediación de otras variables emocionales o contextuales no exploradas en el presente estudio (Ashtiani & Valoojerdy, 2022; Greer & McCann, 2018; Shanks, 2020).

La H3, que planteaba un efecto directo de la autoeficacia sobre el disfrute, no se confirmó. Esta ausencia puede explicarse por el hecho de que una alta autoeficacia no garantiza, por sí sola, una experiencia placentera en el uso de TIC si no se acompaña de condiciones pedagógicas adecuadas o apoyo institucional (Fraillon et al., 2020; Purnamawati et al., 2019). Además, algunos efectos menores hallados en las variables edad y semestre podrían vincularse a dinámicas internas de los programas de formación: conforme avanzan los semestres, los cursos sobre TIC tienden a enfocarse en contextos más exigentes y menos exploratorios, lo cual podría incidir negativamente en el disfrute percibido y en la sensación de control (Purnomo & Jailani, 2019).

En conjunto, los hallazgos permiten concluir que la percepción de control y la experiencia emocional del disfrute están significativamente asociadas con la autoeficacia del profesorado en formación en el contexto del uso pedagógico de TIC (Hong & Yu, 2018). Estos resultados respaldan la relevancia de incorporar dimensiones emocionales en los programas de formación docente, con el fin de fortalecer tanto la competencia técnica como el bienestar profesional durante la integración de tecnologías en el aula (Guillén-Gámez et al., 2020; König et al., 2020; Sulemana & Abdul-Kadir, 2019). Como línea futura de investigación, se sugiere explorar la influencia de variables institucionales y contextuales —como el acompañamiento docente, la cultura organizacional o la autonomía del profesorado— en la relación entre autoeficacia, control y disfrute al emplear TIC para la enseñanza de las matemáticas (Foulger et al., 2017; Joshi et al., 2021; Pólya, 1977; Trujillo et al., 2020).

## AUTORÍA DEL ARTÍCULO

Contribuciones de los autores: Conceptualización, DJMV; Metodología, EMFH; Validación, PAPB; Análisis formal, PAPB; Investigación, PAPB; Curaduría de datos, EMFH; Escritura del rascuño original, EMFH; Escritura de las revisiones y correcciones, PAPB; Supervisión, DJMV; Administración del proyecto, DJMV. Todos los autores han leído y están de acuerdo con la publicación de esta versión del manuscrito.

## CONFLICTO DE INTERESES

The authors declare that there are no external conflicts of interest, direct or indirect, personal or financial interests related to this article.

## REFERENCIAS

- Adarkwah, M. A. (2021). "I'm not against online teaching, but what about us?": ICT in Ghana post Covid-19. *Education and Information Technologies*, 26(2), 1665-1685. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10331-z>
- Alamin, A., Muthanna, A., & Alduais, A. (2022). A qualitative evidence synthesis of the K-12 education policy making in Sudan and the need for reforms. *Sage Open*, 12(1), Article e21582440211071081. <https://doi.org/10.1177/21582440211071081>
- Ashtiani, F. T., & Valoojerdy, Z. K. (2022). Identification of key performance indicators through e-learning critical success factors for an online course of English for football. *Creative Education*, 13(5), 1760-1778. <https://doi.org/10.4236/ce.2022.135111>
- Babae, M., Swabey, K., & Prosser, M. (2021). The role of e-portfolios in higher education: The experience of pre-service teachers. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 37(4), 247-261. <https://doi.org/10.1080/21532974.2021.1965508>
- Bandura, A. (Ed.). (1995). *Self-efficacy in changing societies*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511527692>
- Bansa, Y. A., & Asrini. (2020). The use of ICT in teaching: Lecturers' perceptions, obstacles, and expectations. *Journal of Physics: Conference Series*, 1464, Article e012037. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1464/1/012037>
- Bond, M., Marín, V. I., Dolch, C., Bedenlier, S., & Zawacki-Richter, O. (2018). Digital transformation in German higher education: Student and teacher perceptions and usage of digital media. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15, Article e48. <https://doi.org/10.1186/s41239-018-0130-1>
- Camargo Pongutá, D. C. (2018). Using information communication technologies to foster the communicative competence in undergraduate students at the UPTC. *Cuadernos de Lingüística Hispánica*, (31), 117-135. <https://doi.org/10.19053/0121053X.n31.2018.7745>

Chaidi, I., Drigas, A., & Karagiannidis, C. (2021). ICT in special education. *Technium Social Sciences Journal*, 23(1), 187-198. <https://techniumscience.com/index.php/socialsciences/article/view/4277>

Das, K. (2019). Role of ICT for better mathematics teaching. *Shanlax International Journal of Education*, 7(4), 19-28. <https://doi.org/10.34293/education.v7i4.641>

Dziuban, C., Graham, C. R., Moskal, P. D., Norberg, A., & Sicilia, N. (2018). Blended learning: The new normal and emerging technologies. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15, Article e3. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0087-5>

Eleftheriadi, A., Lavidas, K., & Komis, V. (2021). Teaching mathematics in early childhood education with ICT: The views of two contrasting teachers' groups. *Journal of Digital Educational Technology*, 1(1), Article ep2103. <https://doi.org/10.21601/jdet/11117>

Flores-Tena, M. J., Ortega-Navas, M. C., & Sousa-Reis, C. (2021). El uso de las TIC digitales por parte del personal docente y su adecuación a los modelos vigentes. *Revista Electrónica Educare*, 25(1), 300-320. <https://doi.org/10.15359/ree.25-1.16>

Foulger, T. S., Graziano, K. J., Schmidt-Crawford, D., & Slykhuis, D. A. (2017). Teacher educator technology competencies. *Journal of Technology and Teacher Education*, 25(4), 413-448. <https://www.learntechlib.org/primary/p/181966/>

Frailon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T., & Duckworth, D. (Eds.). (2020). *IEA International Computer and Information Literacy Study 2018* [Technical report]. International Association for the Evaluation of Educational Achievement. <https://eric.ed.gov/?id=ED610699>

Greer, K., & McCann, S. (2018). Everything online is a website: Information format confusion in student citation behaviors. *Communications in Information Literacy*, 12(2), Article e6. <https://doi.org/10.15760/comminfolit.2018.12.2.6>

Guillén-Gámez, F. D., Romero Martínez, S. J., & Ordóñez Camacho, X. G. (2020). Diagnosis of the attitudes towards ICT of education students according to gender and educational modality. *Apertura*, 12(1), 56-71. <https://doi.org/10.32870/Ap.v12n1.1786>

Hafifah, G. N. (2020). Teachers perspectives of ICT integration in English language teaching: A review of literature. *JEES: Journal of English Educators Society*, 5(1), 9-15. <https://jees.umsida.ac.id/index.php/jees/article/view/205>

Hashemi, A., & Kew, S. N. (2021). The barriers to the use of ICT in English language teaching: A systematic literature review. *Bilgi Ve İletişim Teknolojileri Dergisi*, 3(1), 77-88. <https://dergipark.org.tr/en/pub/bited/issue/63346/841574>

Hasin, I., & Nasir, M. K. M. (2021). The effectiveness of the use of Information and Communication Technology (ICT) in rural secondary schools in Malaysia. *Journal of Education and e-Learning Research*, 8(1), 59-64. <https://doi.org/10.20448/journal.509.2021.81.59.64>

Henderson, D. (2020). Benefits of ICT in education. *IDOSR Journal of Arts and Management*, 5(1), 51-57. <https://www.idosr.org/wp-content/uploads/2020/02/IDOSR-JAM-51-51-57-2020-1.pdf>

Hong, S. H., & Yu, J. H. (2018). Identification of external variables for the Technology Acceptance Model(TAM) in the assessment of BIM application for mobile devices. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 401, Article e012027. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/401/1/012027>

Ismaili, A. A. (2022). ICT use in the EFL classroom in Morocco: EFL teachers' personal and technology-related variables. *International Journal of Information and Communication Technology Education*, 18(1), Article e20. <https://doi.org/10.4018/IJICTE.286759>

Joshi, D. R., Chitrakar, R., Belbase, S., & Khanal, B. (2021). ICT competency of mathematics teachers at secondary schools of Nepal. *European Journal of Interactive Multimedia and Education*, 2(1), Article e02107. <https://doi.org/10.30935/ejimed/10847>

König, J., Jäger-Biela, D. J., & Glutsch, N. (2020). Adapting to online teaching during COVID-19 school closure: Teacher education and teacher competence effects among early career teachers in Germany. *European Journal of Teacher Education*, 43(4), 608-622. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1809650>

Marbán, J. M., Palacios, A., & Maroto, A. (2021). Enjoyment of teaching mathematics among pre-service teachers. *Mathematics Education Research Journal*, 33(3), 613-629. <https://doi.org/10.1007/s13394-020-00341-y>

Murithi, J., & Yoo, J. E. (2021). Teachers' use of ICT in implementing the competency-based curriculum in Kenyan public primary schools. *Innovation and Education*, 3(1), Article e5. <https://doi.org/10.1186/s42862-021-00012-0>

Muthén, L. K., & Muthén, B. O. (2017). *Mplus: User's guide* (8th ed.). Muthén & Muthén.

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Sampling techniques on a population study. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, 18(4), 315-341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>

Pilliza Luguaña, G., & Parra Iñacasha, L. (2023). Uso de las tecnologías de la información y la comunicación (tic) su impacto en el rendimiento académico de los estudiantes en tiempos de covid-19. *Kronos: The Language Teaching Journal*, 3(1), 81-94. <https://doi.org/10.29166/kronos.v3i1.3572>

Pólya, G. (1977). *Mathematical methods in science*. Cambridge University Press.

Pozo, J.-I., Pérez Echeverría, M.-P., Cabellos, B., & Sánchez, D. L. (2021). Teaching and learning in times of COVID-19: Uses of digital technologies during school lockdowns. *Frontiers in Psychology*, 12, Article e656776. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.656776>

Purnamawati, P., Arfandi, A., & Nurfaeda, N. (2019). The level of use of information and communication technology at vocational high school. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 9(3), 249-257. <https://doi.org/10.21831/jpv.v9i3.27117>

Purnomo, J., & Jailani. (2019). ICT literacy of high school mathematics teacher: Online learning competence with heutagogical approach. *Journal of Physics: Conference Series*, 1321, Article e032128. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1321/3/032128>

Rahiem, M. D. H. (2020). Technological barriers and challenges in the use of ICT during the COVID-19 emergency remote learning. *Universal Journal of Educational Research*, 8(11B), 6124-6133. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.082248>

Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación. (2022). *Estadísticas de educación superior, ciencia, tecnología e innovación*. <https://siau.senescyt.gob.ec/estadisticas-de-educacion-superior-ciencia-tecnologia-e-innovacion/>

Shanks, R. (2020). 30 years of ICT in education: Reflecting on educational technology projects. *Seminar.Net*, 16(2), Article e4047. <https://doi.org/10.7577/seminar.4047>

Sharma, V. (2020). A literature review on an effective use of ICT in education. *Journal of Computer Science and Technology Studies*, 2(1), 9-17. <https://al-kindipublisher.com/index.php/jcsts/article/view/41>

Sulemana, A., & Abdul-Kadir, Y. (2019). The use of Information and Communication Technology (ICT) in teaching and learning of mathematics in Al-Faruq College of Education, Wenchi-Ghana. *International Journal of Science and Research*, 8(6), 64-69. <https://www.ijsr.net/getabstract.php?paperid=ART20198184>

Tadeu, P.J. A., Fernández-Batanero, J. M., & Tarman, B. (2019). ICT in a global world. *Research in Social Sciences and Technology*, 4(2), i-ii. <https://doi.org/10.46303/ressat.04.02.ed>

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), Article e2158. <https://doi.org/10.3390/math8122158>

Yeboah, W., Sarpong, P. A., & Appiah, B. (2020). An assessment of tutor characteristics and student ICT competencies in colleges of education in Ghana. *European Journal of Education Studies*, 7(10), 389-399. <https://oapub.org/edu/index.php/ejes/article/view/3316>

**i** Universidad Nacional de Educación UNAE, Carrera de Educación Inicial, Chuquipata, Ecuador.

<https://orcid.org/0000-0001-8275-3687>

derling.mendoza@unae.edu.ec

**ii** Universidad Estatal de la Península de Santa Elena UPSE, Facultad de Educación y Idiomas, Gestión del Desarrollo Infantil Familiar Comunitario, Santa Elena, Ecuador.

<https://orcid.org/0000-0003-2171-8348>

eflores6316@upse.edu.ec

**iii** Departamento de Posgrado de Trabajo Social, Universidad Técnica de Manabí UTM, Portoviejo, Ecuador.

<https://orcid.org/0009-0006-9063-741X>

pperez2358@utm.edu.ec

Toda la correspondencia relacionada con este artículo debe enviarse a:

Derling José Mendoza Velazco

derling.mendoza@unae.edu.ec

Recebido em 28 de agosto de 2022

Aceite para publicação em 22 de outubro de 2024

Publicado em 30 de março de 2026

## **A formação e autoeficácia dos professores de matemática no processo de ensino-aprendizagem através das TIC**

### **RESUMO**

A aplicação das TIC no processo de ensino-aprendizagem da matemática constitui atualmente um desafio para os professores. Muitos professores não se sentem suficientemente qualificados para utilizar as TIC no ensino da matemática. O apoio das TIC é importante para a formação contínua dos atuais estudantes universitários. O presente estudo tem por objetivo avaliar a autoeficácia dos professores de matemática no processo de ensino-aprendizagem com recurso às TIC. O estudo tem uma abordagem quantitativa. A amostra foi constituída por 249 participantes. A teoria do Controlo-Valor foi aplicada para verificar a avaliação do controlo, do prazer e da autoeficácia das TIC através de um questionário digital. Os resultados indicam que o controlo, o prazer e a autoeficácia percebidos pelos professores em formação são elementos-chave na educação matemática mediada pelas TIC. As universidades desempenham um papel essencial no desenvolvimento de professores digitalmente competentes. O prazer dos professores em formação é diretamente afetado pela sua autoeficácia no ensino das TIC na matemática. O controlo, a valorização do controlo e os valores também foram positivamente afetados pelo prazer.

**Palavras-chave:** Educação profissional; Educação matemática; Tecnologias de informação e comunicação; Autoeficácia das TIC; Teoria do valor de controlo.

## **The training and self-efficacy of mathematics teachers in the teaching-learning process through ICT**

### **ABSTRACT**

The application of ICT in the mathematics teaching-learning process is currently a challenge for teachers. Many teachers do not feel sufficiently qualified to use ICT in the teaching of mathematics. ICT support is important for the continuing education of today's university students. The present study aims to assess mathematics teachers' self-efficacy in the teaching-learning process using ICT. The study uses a quantitative approach. The sample consisted of 249 participants. The Control-Value theory was applied to verify the assessment of control, enjoyment, and self-efficacy of ICT through a digital questionnaire. The results indicate that control, enjoyment, and self-efficacy perceived by trainee teachers are key elements in ICT-mediated mathematics education delivered through ICT. Universities play an essential role in the development of digitally competent teachers. The enjoyment of trainee teachers is directly affected by their self-efficacy in teaching ICT in mathematics. Control, control appraisal, and values were also positively affected by enjoyment.

**Keywords:** Vocational education; Mathematics education; Information and communication technology; ICT self-efficacy; Control value theory.