

Formulación de problemas y uso de IA: Creencias motivacionales en futuros docentes de primaria

Problem Posing and the Use of AI: Motivational Beliefs Among Pre-service Primary School Teachers

Sara Embid @ ¹, Josefa Perdomo-Díaz @ ¹, Valentina Giaconi @ ²

¹ Universidad de La Laguna (España)

² Universidad de O'Higgins (Chile), Millennium Nucleus for the Study of the Development of Early Math Skills (MEMAT) (Chile)

Resumen ∞ La formulación de problemas es una actividad fundamental para la educación matemática que, al igual que otras prácticas, es desafiada por las creencias motivacionales de los docentes y el uso de inteligencia artificial (IA). En este estudio, aplicamos un instrumento propio, el cuestionario ForPro-IA, para evaluar las percepciones como formuladores de problemas y usuarios de IA de 175 futuros maestros de primaria. Como resultado, encontramos que los participantes consideran la formulación de problemas más útil y con menores costes asociados en comparación con el uso de IA. El diseño, validación y aplicación del instrumento se presentan asimismo como un aporte original al campo.

Palabras clave ∞ Formulación de problemas; Creencias motivacionales; Chatbots; Inteligencia artificial; Prácticas docentes

Abstract ∞ Problem posing is central to mathematics education and, like other practices, is challenged by teachers' motivational beliefs and the use of artificial intelligence (AI). In this study, we applied a proprietary instrument, the ForPro-IA questionnaire, to assess the perceptions as problem formulators and AI users of 175 prospective primary school teachers. As a result, we found that participants found problem formulation more useful and cost-effective compared to the use of AI. The design, validation and application of the instrument are also presented as an original contribution to the field.

Keywords ∞ Problem posing; Motivational beliefs; Chatbots; Artificial intelligence; Teaching skills

Embid, S., Perdomo-Díaz, J., & Giaconi, V. (2025). Formulación de problemas y uso de IA: Creencias motivacionales en futuros docentes de primaria. *AIEM - Avances de investigación en educación matemática*, 28, 143-163. <https://doi.org/10.35763/aiem28.7546>

1. INTRODUCCIÓN

La formulación de problemas (FP) es una parte fundamental de los procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas (Kilpatrick, 1987). Para los docentes, esta actividad se encuentra en el ámbito de su labor profesional, constituyendo una práctica que condiciona el tipo de oportunidades de aprendizaje que reciben los estudiantes (Leavy y Hourigan, 2022). Muchos docentes recurren a libros de texto en busca de problemas bien formulados (Son y Diletti, 2017); sin embargo, el uso que hacen de estos libros varía según factores como la experiencia, la formación inicial, las creencias y el contexto cultural (Lupiáñez et al., 2024; Remillard et al., 2019). Otros recursos utilizados en la formulación de problemas son las herramientas digitales, como Polypad o GeoGebra (Embid y Perdomo-Díaz, 2024a; Hernández et al., 2019). Menos exploradas están herramientas como ChatGPT, un *chatbot* basado en inteligencia artificial generativa (IAG), que, según investigaciones recientes, tiene potencial para apoyar de manera efectiva la formulación de problemas (Berryhill et al., 2024; Einarsson et al., 2024; Embid y Perdomo-Díaz, 2024b).

La predisposición a formular problemas y a utilizar *chatbots* basados en IAG para formularlos, está supeditada no solo a los conocimientos del docente, sino también a sus creencias motivacionales (Giacconi et al., 2018). Tanto la percepción de autoeficacia (Bandura, 1997), como la valoración de utilidad y los costes percibidos al enfrentarse a una tarea (Eccles y Wigfield, 2002), son factores que delimitan las creencias motivacionales, actuando como predictores del compromiso de los docentes con las prácticas a realizar. Así, conocer las creencias motivacionales de los futuros docentes permite diseñar programas de formación inicial más efectivos, anticipándose a sus inquietudes y evaluando su predisposición a desarrollar prácticas docentes de formulación de problemas y uso de *chatbots*.

Los estudios sobre creencias motivacionales son escasos, tanto en lo que respecta a la formulación de problemas (Schindler y Bakker, 2020; Voica et al., 2020) como al uso de *chatbots* (Hwang y Tu, 2021). Por ello, planteamos una investigación donde evaluamos las creencias motivacionales de futuros docentes de educación primaria en torno a la formulación de problemas y el uso de *chatbots*. El instrumento empleado, denominado cuestionario ForPro-IA, ha sido diseñado por las autoras y sus dimensiones, relacionadas con la valoración de la utilidad, los costes percibidos al enfrentarse a una tarea y la autoeficacia al formular problemas o usar *chatbots* basados en IAG, cuentan con evidencias de validez y fiabilidad basadas en el contenido y la estructura interna.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. La formulación de problemas como práctica docente

La formulación de problemas incluye la invención o creación de problemas totalmente nuevos y también la reformulación, modificación o adaptación de un problema existente (Silver, 1994). Esta actividad puede ser vista como producto o como proceso (Cai y Rott, 2024). Las investigaciones realizadas bajo la perspectiva de “producto” tratan de establecer una serie de indicadores que permitan valorar la

calidad de los problemas matemáticos para su uso en el aula. Por ejemplo, la plausibilidad y suficiencia de información (Grundmeier, 2015), la coherencia curricular, la demanda cognitiva, las oportunidades de éxito (Leavy y Hourigan, 2022) o la razonabilidad desde el punto de vista del contexto en que se plantea (Cankoy y Özder, 2017). Por su parte, las investigaciones bajo la perspectiva “proceso” se enfocan en la manera de formular los problemas, es decir, las fases y relaciones necesarias para obtener el problema (Baumanns y Rott, 2022; Burgos et al., 2024).

De forma análoga a lo que ocurre con la resolución de problemas, la formulación de problemas vista como proceso puede ser utilizada y analizada desde diferentes perspectivas: como actividad matemática, como estrategia metodológica o como práctica docente. Como actividad matemática, la formulación de problemas permite reflexionar sobre posibles formas de preguntar y conectar conceptos, fortaleciendo así el aprendizaje matemático de cualquier individuo (Cai y Rott, 2024). Implementada en un aula, la formulación de problemas actúa como estrategia metodológica para los docentes, quienes pueden proponer una enseñanza de la formulación de problemas o una enseñanza *a través* de la formulación de problemas. En el primer escenario, los docentes piden a sus estudiantes que exploren situaciones, diseñen preguntas y formulen problemas sin otro móvil que potenciar su creatividad (Cai et al., 2024). En el segundo, en cambio, los estudiantes formulan problemas y los docentes los usan como herramienta para acercarse a su pensamiento matemático y desarrollarlo, trabajando conceptos específicos (Cai y Hwang, 2020). De este modo, pueden evaluar el conocimiento de sus estudiantes y detectar tanto dificultades de aprendizaje como errores conceptuales (Rafi y Sugiman, 2019). Por último, desde la perspectiva de la práctica docente, un docente que formula problemas para un aula tiene, por definición, una intención pedagógica que delimita su manera de relacionarse con esta actividad (Montes et al., 2024). Así, formular problemas forma parte intrínseca de las prácticas docentes de matemáticas, entendiendo estas como el conjunto de actividades que tiene que realizar el profesorado, dentro o fuera del aula, para que los estudiantes desarrollen los aprendizajes establecidos a nivel curricular (Martínez-Rizo, 2012).

Independientemente de que se utilice la formulación de problemas como estrategia metodológica, los docentes de matemáticas deben proponer a sus estudiantes tareas que promuevan la discusión y el razonamiento matemático, que puedan resolverse empleando distintas estrategias y que los lleven a establecer conexiones entre distintos conceptos y procedimientos matemáticos (National Council of Teachers of Mathematics, 2014). Así, la formulación de problemas puede presentarse ante los docentes de múltiples maneras: a partir de un problema dado (situación estructurada), a partir de una operación, diagrama o contexto (situación semi-estructurada) y de forma libre, es decir, sin restricciones (situación abierta) (Stoyanova y Ellerton, 1996). Tanto las situaciones estructuradas como semi-estructuradas facilitan que la formulación de problemas cumpla con una finalidad didáctico-matemática, pues los problemas formulados atienden a un contenido o habilidad específica.

2.2. El uso de inteligencia artificial generativa como práctica docente

La inteligencia artificial (IA), entendida como la capacidad de una máquina o un software para realizar tareas que requieren inteligencia humana, se ha vuelto una herramienta cada vez más habitual en el ámbito educativo (Wardat et al., 2024). En concreto, la IA impulsa muchas herramientas informáticas que se utilizan para mejorar el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas (Richard et al., 2022). Los recursos basados en IA son variados, destacando entre ellos los que emplean inteligencia artificial generativa (IAG). Estos se apoyan en modelos de lenguaje a gran escala, diseñados para generar información coherente a partir de los datos proporcionados (Parra et al., 2024). Estos modelos están detrás de gran parte de los asistentes conversacionales o *chatbots* actuales, como ChatGPT, que emplean técnicas como el procesamiento del lenguaje natural para procesar las preguntas de los usuarios y generar respuestas automáticamente.

Los *chatbots* tienen aplicaciones educativas diversas y presentan tendencias prometedoras, entre las que destacan la enseñanza de lenguajes de programación y la formación en lenguas extranjeras (Kuhail et al., 2023). En el caso de la educación matemática, la investigación sobre el uso de *chatbots* ha centrado su atención en la resolución de problemas, donde se han identificado algunos pros y contras de emplear este recurso (Noster et al., 2024; Parra et al., 2024; Schorcht et al., 2024). Como beneficio, estas herramientas pueden proporcionar soluciones detalladas para problemas complejos, mediante una interacción basada en consultas o *prompts* proporcionados por los usuarios (Schorcht et al., 2024). Como inconveniente, estas herramientas cometen errores e imprecisiones, dado que carecen de una comprensión profunda de las matemáticas y se limitan a establecer relaciones entre su banco de datos (Schorcht et al., 2024). Además, si se realizan consultas inadecuadas, la resolución efectiva de los problemas matemáticos puede resultar comprometida (Noster et al., 2024).

El uso de recursos y herramientas para la enseñanza de las matemáticas, en particular el uso de IAG, también puede considerarse una práctica docente, en el sentido planteado por Martínez-Rizo (2012). Particularmente, los *chatbots* basados en inteligencia artificial generativa (IAG) representan un recurso emergente con el potencial de enriquecer tanto la creación de problemas totalmente nuevos (Berryhill et al., 2024; Embid y Perdomo-Díaz, 2024b) como la modificación de problemas ya existentes (Einarsson et al., 2024). Los estudios sobre el uso de *chatbots* para la práctica docente de formulación de problemas son escasos y se centran, principalmente, en analizar el uso de un asistente conversacional concreto sobre un contenido matemático específico (Berryhill et al., 2024; Einarsson et al., 2024; Embid y Perdomo-Díaz, 2024b). Puesto que detrás de la respuesta de cada asistente conversacional puede haber un modelo lingüístico diferente, los resultados al utilizar un *chatbot* u otro pueden ser diferentes, como muestran Embid y Perdomo-Díaz (2024b).

2.3. La vinculación de las prácticas docentes con las creencias motivacionales

Toda práctica docente está vinculada al conjunto de conocimientos del docente, tanto pedagógicos como didácticos y disciplinares (Ball et al., 2008; Carrillo-Yañez et al., 2018), así como a su concepción y creencias acerca de la disciplina y de los procesos de enseñanza-aprendizaje (Carrillo-Yañez et al., 2018). Las prácticas que lleva a cabo un docente también están condicionadas por un conjunto de creencias acerca de sí mismo y de la tarea concreta a realizar que, en conjunto con el conocimiento del docente, determinan su disposición a la acción (Blömeke et al., 2015). Esto se ha observado en estudios sobre creencias y prácticas asociadas a la resolución de problemas (Saadati et al., 2019). Estas creencias orientadas a la acción, también denominadas *creencias motivacionales* (Giaconi et al., 2018), incluyen la percepción de la autoeficacia en la realización de la tarea y la valoración de esta tarea en términos, por ejemplo, de su utilidad y costes percibidos.

La autoeficacia se refiere a la confianza de los docentes en sus habilidades para ejecutar una tarea. Según Bandura (1997), la percepción de autoeficacia se desarrolla a partir de la interpretación de experiencias pasadas, donde el éxito en una tarea refuerza la confianza del individuo en sus habilidades, mientras que el fracaso puede erosionarla. Así, los éxitos y fracasos sucesivos alimentan la percepción de autoeficacia, creando un ciclo de retroalimentación que influye en la motivación y el rendimiento del individuo. Por otro lado, el modelo expectativa-valor propuesto por Eccles y Wigfield (2002) explica la valoración como un concepto multifactorial donde los valores atribuidos a las tareas afectan el comportamiento. Este modelo sugiere que el valor de utilidad refleja las motivaciones extrínsecas; es decir, las personas pueden participar en actividades no solo por interés intrínseco, sino para alcanzar un resultado deseado. Además, el modelo incluye el concepto de coste percibido, que representa lo que un individuo debe sacrificar para dedicarse a una tarea. Para que una persona decida participar en una actividad, debe percibir que los beneficios superan a los costes.

La interacción entre autoeficacia y el modelo expectativa-valor es crucial para los futuros docentes, quienes deben satisfacer tanto las necesidades emocionales de sus estudiantes como las suyas propias (Reeve, 2015). Esto es especialmente relevante al formular problemas, ya que esta actividad puede presentar desafíos cognitivos y emocionales y los docentes necesitan tener seguridad y confianza en sus propias habilidades para guiar efectivamente a sus alumnos (Voica et al., 2020). Schindler y Bakker (2020) se interesan en cómo evoluciona el campo afectivo durante la formulación de problemas y exploran, entre otros componentes, el interés o motivación. La motivación es un proceso interno que dota a la persona con el impulso y la dirección necesaria para comprometerse con la acción de manera adaptativa, resolutiva y abierta (Reeve, 2015). La falta de motivación y baja autoeficacia percibida en matemáticas a menudo se relacionan con dificultades en la formulación y resolución de problemas (Schindler y Bakker, 2020). Nuestro estudio se centra en examinar creencias motivacionales.

3. OBJETIVOS

A partir de lo anterior, se establecen los siguientes objetivos específicos para esta investigación:

1. Evaluar las percepciones de autoeficacia, utilidad y coste percibido respecto a la formulación de problemas matemáticos entre futuros docentes de educación primaria.
2. Evaluar las percepciones de autoeficacia, utilidad y coste percibido respecto al uso de IAG en prácticas docentes de matemáticas entre futuros docentes de educación primaria.
3. Explorar la relación entre las percepciones asociadas a la formulación de problemas y al uso de IAG en prácticas docentes de educación matemática.

4. METODOLOGÍA

Este estudio se caracteriza por su naturaleza descriptiva, exploratoria y no experimental y emplea una metodología con enfoque cuantitativo (Creswell, 2012).

4.1. Contexto y participantes

El estudio se realizó con una muestra no probabilística por conveniencia compuesta por 175 estudiantes de último curso del Grado en Maestro en Educación Primaria de la Universidad de La Laguna. La formación previa de los participantes sobre la formulación de problemas y el uso de IA se limita a un taller sobre formulación de problemas impartido en una asignatura del grado. Este taller, que tuvo una duración de 4 horas, fue la única experiencia formal de los participantes en esta área, dado que, al momento de la implementación, todavía no habían comenzado sus prácticas profesionales del grado. Durante el taller, se les pidió formular problemas a partir de diversas situaciones semi-estructuradas, evaluar si estos cumplían con los indicadores propuestos por Leavy y Hourigan (2022), y posteriormente, reformularlos para someterlos a una nueva evaluación. Respecto al uso de IA, no consta que dichos estudiantes hayan recibido formación formal al respecto, ya sea para su aplicación general o específica en la educación matemática. Sí se dispone de datos proporcionados por los propios participantes; el 56,6 % afirma utilizar *chatbots* al menos semanalmente, principalmente para redactar apuntes o trabajos (83,4 %), diseñar rúbricas (68 %) y crear situaciones de aprendizaje (67,4 %).

4.2. Cuestionario ForPro-IA

Para abordar los objetivos de esta investigación, se diseñó el cuestionario ForPro-IA (Embid et al., 2025) que recoge tres tipos de información: general, de contextualización y de creencias motivacionales.

En la sección de información general se pregunta sobre el consentimiento a participar en la investigación y la mención del grado que están realizando los estudiantes (al comienzo del cuestionario), así como sobre su disposición a entrevistas y motivación para formarse en el uso de *chatbots* para formular problemas (al final

del cuestionario). Las secciones contextuales tienen como objetivo obtener información sobre las conceptualizaciones de “problema matemático” de los participantes y la frecuencia y los fines docentes con que usan IAG en matemáticas. Los ítems de las dos secciones de creencias motivacionales se estructuraron según las dimensiones explicadas en el marco conceptual: autoeficacia (AU), costes percibidos (CP) y utilidad (UT).

En el ámbito de la formulación de problemas, las dimensiones consideradas son:

- Autoeficacia en la formulación de problemas (AUFPP): Para su redacción, se tomaron como referencia las situaciones de formulación de problemas de Stoyanova y Ellerton (1996). Ejemplo: “Considero que sabría formular problemas de primaria a partir de operaciones”.
- Costes percibidos en la formulación de problemas (CPFP): Para su redacción, se consideró la teoría de expectativa-valor de Eccles y Wigfield (2002). Ejemplo: “Para un docente, formular problemas matemáticos de educación primaria supone demasiado esfuerzo”.
- Utilidad de la formulación de problemas (UTFP): Para su redacción, se consideraron ciertas tareas docentes matemáticas de Ball et al. (2008), además de sugerencias de los expertos. Ejemplo: “Formular problemas matemáticos es útil para atender a la diversidad del aula”.

Para la sección de uso de *chatbots* basados en inteligencia artificial, las dimensiones son:

- Autoeficacia en el uso de inteligencia artificial (AUIA): Para su redacción, se consideraron las sugerencias de expertos y tendencias actuales de investigación en inteligencia artificial aplicada a la educación matemática. Ejemplo: “Considero que sabría usar *chatbots* para resolver dudas sobre conceptos matemáticos”.
- Costes percibidos en el uso de inteligencia artificial (CPIA): Para su redacción, se consideró la teoría de expectativa-valor de Eccles y Wigfield (2002). Ejemplo: “Para un docente de educación primaria, usar *chatbots* con fines educativos en matemáticas es muy difícil”.
- Utilidad del uso de inteligencia artificial (UTIA): Para su redacción, se tuvieron en cuenta los indicadores para la formulación de buenos problemas para la educación primaria de Leavy y Hourigan (2022). Ejemplo: “En la formulación de problemas matemáticos para educación primaria, los *chatbots* son útiles para desarrollar el razonamiento matemático”.

Cada ítem fue medido con una escala Likert de cuatro puntos (1 = totalmente en desacuerdo, 2 = en desacuerdo, 3 = de acuerdo, y 4 = totalmente de acuerdo). Se eligió una escala de 4 puntos en lugar de 5 para evitar la opción de neutralidad y así fomentar respuestas más comprometidas.

4.2.1. Evidencias de validez del cuestionario

Las secciones descritas en el cuestionario fueron evaluadas por once investigadores expertos en educación matemática de España, Chile y México para obtener

evidencias de validez basadas en el contenido (Shultz et al., 2020). Estos expertos, con entre 6 y 42 años de experiencia (mediana de 15 años), ofrecieron sus perspectivas en áreas como la formación de profesorado, la formulación y resolución de problemas en educación primaria y el dominio afectivo en matemáticas. A estos expertos se les facilitó una rúbrica y una guía sobre la base teórica del instrumento. Tras sus sugerencias, se añadieron ítems a algunas secciones y se eliminaron o reformularon otros. Estos cambios dieron lugar a la versión del cuestionario que respondieron los participantes.

Por su parte, las dos secciones de creencias motivacionales fueron sometidas a análisis estadísticos para evaluar estructura interna y fiabilidad (Shultz et al., 2020). Para evaluar la fiabilidad, se utilizó el coeficiente ω de McDonald en lugar del α de Cronbach, ya que los ítems en esta muestra no contribuyen de manera uniforme a la medición de cada variable (McNeish, 2018), además se estimó la confiabilidad de cada ítem. Para estudiar la estructura interna se estimó un análisis factorial exploratorio (AFE).

Respecto a los resultados del AFE, primero se determinó el número de factores con un análisis paralelo que indicó la pertinencia de extraer 6 factores, lo que coincide con lo esperado teóricamente. A raíz de esto se extrajeron 6 factores aplicando una rotación Promax para obtener resultados más fáciles de interpretar. La matriz de cargas mostró una estructura consistente con lo esperado, en donde la mayoría de los ítems tuvo cargas altas y en el factor esperado teóricamente. Solo siete ítems mostraron cargas o por debajo del umbral establecido o en dimensiones distintas a las esperadas (Tabla 1). Dado que el umbral aceptable de carga factorial se fijó en 0,4 (Shultz et al., 2020), estos siete ítems fueron eliminados.

Tabla 1. Cargas factoriales y dimensiones en los ítems eliminados de AUIA, CPIA y UTIA

Ítem	AUIA	CPIA	UTIA
[AUIA1] Considero que sabría usar <i>chatbots</i> para traducir enunciados de actividades matemáticas a otros idiomas	0,377	-	-
[AUIA7] Considero que sabría usar <i>chatbots</i> para planificar una clase de matemáticas	-	-	0,352
[CPIA4] Para un docente de educación primaria, usar <i>chatbots</i> con fines educativos en matemáticas genera inquietud por los posibles errores.	-	-	-0,353
[CPIA5] Para un docente de educación primaria, usar <i>chatbots</i> con fines educativos en matemáticas exige un uso crítico y reflexivo	-	-	-0,281
[UTIA1] En la formulación de problemas matemáticos para educación primaria, los <i>chatbots</i> son útiles para encontrar ideas y enfoques nuevos	-	-	0,359
[UTIA2] En la formulación de problemas matemáticos para educación primaria, los <i>chatbots</i> son útiles para escribir enunciados más claros	-	-	0,399
[UTIA7] En la formulación de problemas matemáticos para educación primaria, los <i>chatbots</i> son útiles para comprobar que los problemas formulados tienen solución	0,461	-	0,325

Luego de calcular los puntajes en las seis dimensiones con los ítems que se mantuvieron del análisis factorial, se analizaron las discriminaciones de cada ítem. Todos los ítems presentaron discriminaciones altas en sus respectivas dimensiones. En síntesis, se suprimieron siete ítems para IA (dos para CPIA, dos para AUIA y tres para UTIA).

Respecto a la confiabilidad de las dimensiones, la Tabla 2 muestra los valores finales de ω para cada dimensión, todos superiores al umbral de 0,7, es decir, confiables (McNeish, 2018).

Tabla 2. Valores de la omega de McDonald para cada una de las dimensiones

Dimensión	Número de ítems	Confiabilidad (ω)
AUFP	5	0,823
CPFP	4	0,795
UTFP	6	0,814
AUIA	5	0,893
CPIA	3	0,827
UTIA	4	0,766

Nota: no se incluyeron los ítems eliminados en el AFE.

4.3. Métodos de análisis

Una vez generadas las evidencias de fiabilidad y de estructura interna de las secciones dedicadas a creencias motivacionales del instrumento, se efectuó un análisis de frecuencias de los ítems correspondientes a las seis dimensiones teóricas. Para explorar posibles relaciones entre dimensiones, se generaron variables representativas del promedio de puntajes por participante en cada dimensión y se analizaron sus correlaciones mediante el coeficiente R de Pearson, adoptando un nivel de significación de $p < 0,05$ y clasificando como débiles aquellas correlaciones con $0,1 < |R| < 0,39$ (Schober et al., 2018). Los análisis estadísticos se realizaron con el software Jamovi 2.3 y para los análisis psicométricos se utilizaron los paquetes Lavaan (Rosseel, 2018) y Psych (Revelle, 2019).

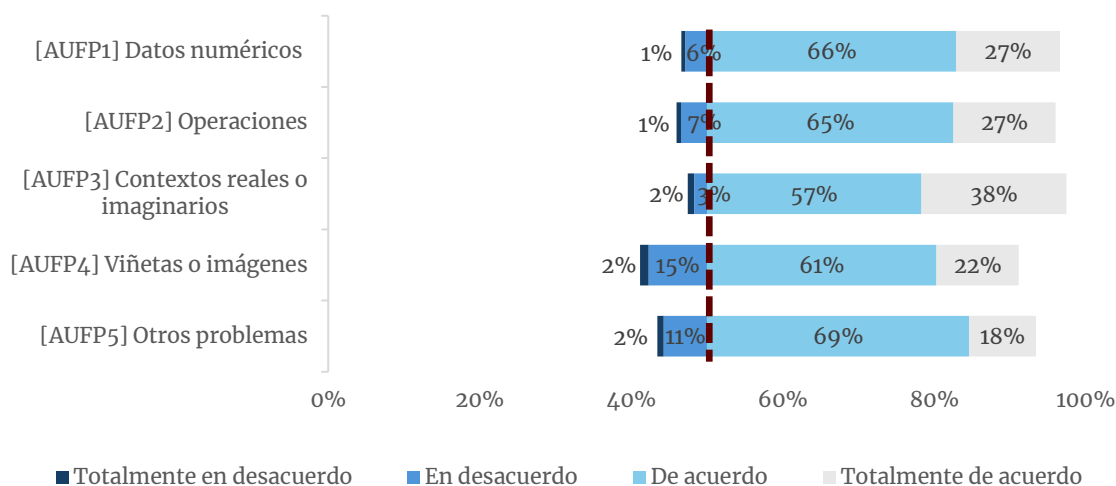
5. RESULTADOS

5.1. Autoeficacia, costes percibidos y utilidad de la formulación de problemas matemáticos

En relación con la autoeficacia en la formulación de problemas, los resultados muestran que, en promedio, los futuros maestros tienen una percepción positiva de su autoeficacia en esta práctica docente (Figura 1), mayor en el caso de la

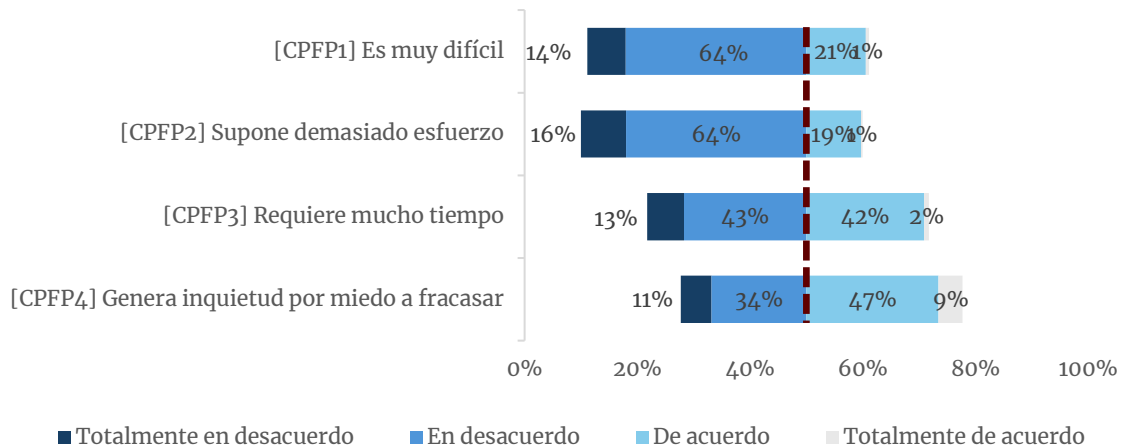
formulación de problemas a partir de contextos reales o imaginarios ($M_{AUF3} = 3,31$, $DE_{AUF3} = 0,624$), seguida de la formulación a partir de datos numéricos ($M_{AUF1} = 3,19$, $DE_{AUF1} = 0,584$), operaciones ($M_{AUF2} = 3,18$, $DE_{AUF2} = 0,595$), otros problemas ($M_{AUF5} = 3,03$, $DE_{AUF5} = 0,601$) y viñetas o imágenes ($M_{AUF4} = 3,02$, $DE_{AUF4} = 0,682$). En la Figura 1 se observa que menos del 10 % de los futuros maestros tienen una percepción desfavorable de su autoeficacia en la formulación de problemas a partir de datos numéricos, operaciones o contextos reales o imaginarios. Este porcentaje aumenta al 13 % en la formulación de problemas a partir de otros problemas y al 17 % en la formulación basada en viñetas o imágenes.

Figura 1. Grado de acuerdo en ítems de la dimensión AUFP “Considero que sabría formular problemas de primaria a partir de...”



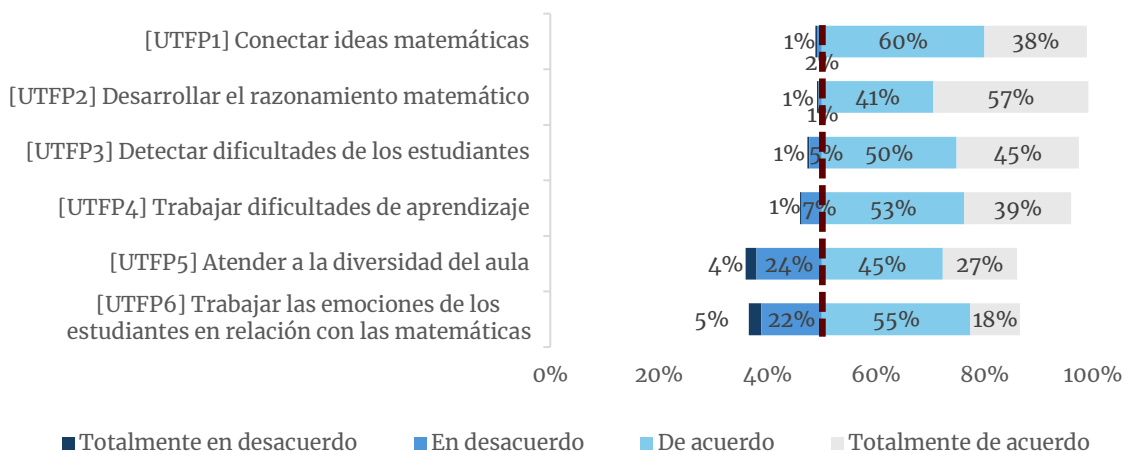
En relación con los costes percibidos en la formulación de problemas, los resultados muestran que, en promedio, los futuros maestros perciben estos costes de manera moderada. Los ítems relacionados con el esfuerzo requerido ($M_{CPFP2} = 2,05$, $DE_{CPFP2} = 0,614$) y la dificultad asociada ($M_{CPFP1} = 2,10$, $DE_{CPFP1} = 0,622$) presentan los valores más bajos, mientras que los relacionados con el tiempo necesario ($M_{CPFP3} = 2,32$, $DE_{CPFP3} = 0,720$) y el temor al fracaso ($M_{CPFP4} = 2,53$, $DE_{CPFP4} = 0,801$) son más altos. En la Figura 2 se observa que, en torno al 20 % de los participantes, asocia costes altos a la dificultad y esfuerzo necesario para formular problemas, 44 % al tiempo requerido, y más de la mitad, concretamente el 56 %, a la inquietud por miedo a fracasar.

Figura 2. Grado de acuerdo en ítems de la dimensión CPFP “Para un docente, formular problemas matemáticos de educación primaria...”



Por último, respecto a la percepción de utilidad de la formulación de problemas, los resultados muestran que, en promedio, los futuros maestros tienen una percepción positiva. Los ítems a los que se asocia mayor percepción de utilidad son desarrollar el razonamiento matemático ($M_{UTFP2} = 3,55$, $DE_{UTFP2} = 0,614$), seguido de detectar dificultades de los estudiantes ($M_{UTFP3} = 3,39$, $DE_{UTFP3} = 0,614$), conectar ideas matemáticas ($M_{UTFP1} = 3,35$, $DE_{UTFP1} = 0,614$) y trabajar dificultades de aprendizaje ($M_{UTFP4} = 3,31$, $DE_{UTFP4} = 0,614$). En cambio, los ítems con menor percepción de utilidad fueron atender a la diversidad del aula ($M_{UTFP5} = 2,95$, $DE_{UTFP5} = 0,614$) y trabajar las emociones de los estudiantes en relación con las matemáticas ($M_{UTFP6} = 2,87$, $DE_{UTFP6} = 0,614$). En la Figura 3 se muestra que, en torno al 27 % de los participantes, no percibe útil la formulación de problemas para atender a la diversidad o trabajar las emociones. Sin embargo, esta cifra disminuye, acercándose al 7 %, cuando se trata de detectar o abordar dificultades de aprendizaje en estudiantes.

Figura 3. Grado de acuerdo en ítems de la dimensión UTPF “Formular problemas matemáticos es útil para...”

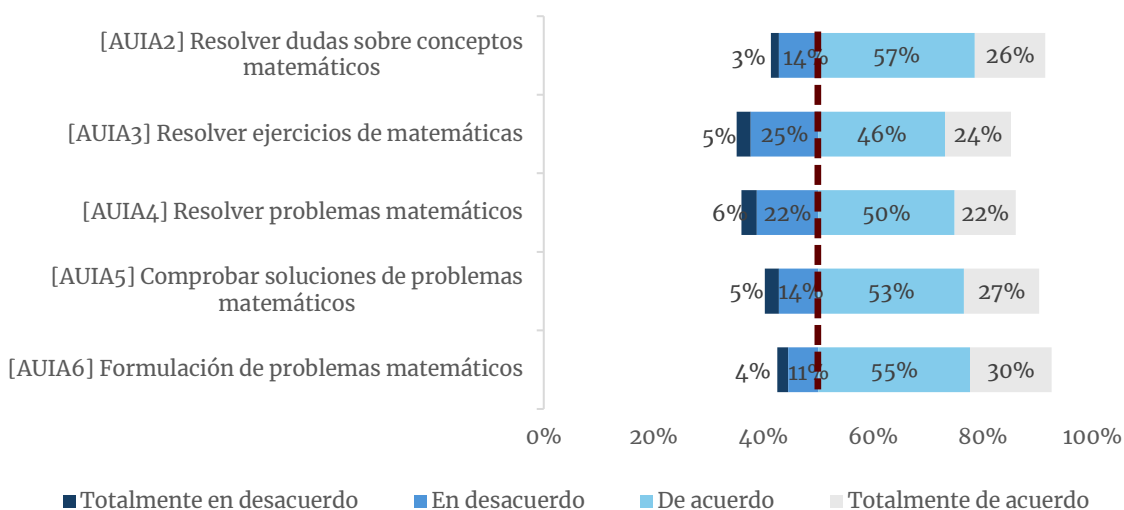


En cuanto a las relaciones entre dimensiones, el análisis reveló correlaciones significativas entre todas ellas, siendo dicha correlación positiva en el caso de la autoeficacia y la utilidad ($r(173)=0,21$, $p=0,006$) y negativa entre el costo percibido y la autoeficacia ($r(173)=-0,24$, $p=0,001$) y el coste percibido y la utilidad ($r(173)=-0,17$, $p=0,024$).

5.2. Autoeficacia, coste percibido y utilidad de usar IA en educación matemática

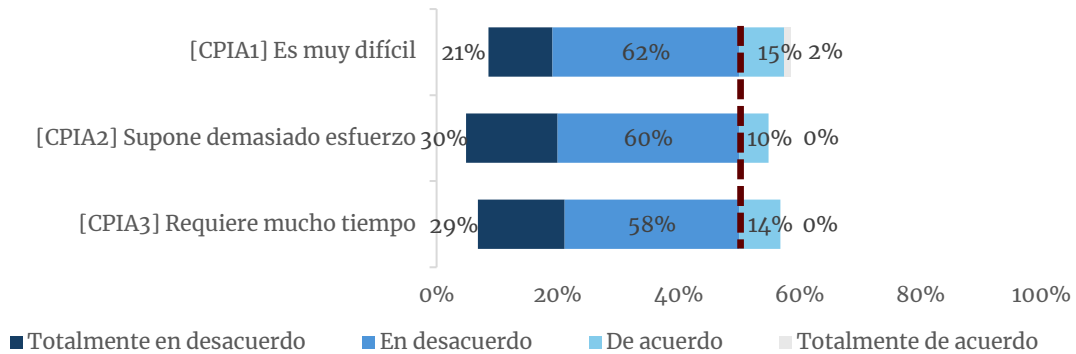
En relación con la autoeficacia en el uso de *chatbots*, los resultados muestran una mayor percepción positiva en el caso de la formulación de problemas ($M_{AUIA6} = 3,11$, $DE_{AUIA6} = 0,746$), seguida de la resolución de dudas de conceptos matemáticos ($M_{AUIA2} = 3,06$, $DE_{AUIA2} = 0,717$), verificación de soluciones matemáticas de problemas ($M_{AUIA5} = 3,03$, $DE_{AUIA5} = 0,791$), resolución de ejercicios ($M_{AUIA3} = 2,89$, $DE_{AUIA3} = 0,827$) y resolución de problemas ($M_{AUIA4} = 2,89$, $DE_{AUIA4} = 0,815$). En la Figura 4 se observa que menos del 20 % de los futuros maestros tiene una visión negativa de su autoeficacia para la formulación de problemas, la resolución de dudas o la comprobación de soluciones con IA. Sin embargo, estos porcentajes se elevan hasta niveles cercanos al 30 % al resolver ejercicios o problemas matemáticos.

Figura 4. Grado de acuerdo en ítems de la dimensión AUIA “Considero que sabría usar *chatbots* para...”



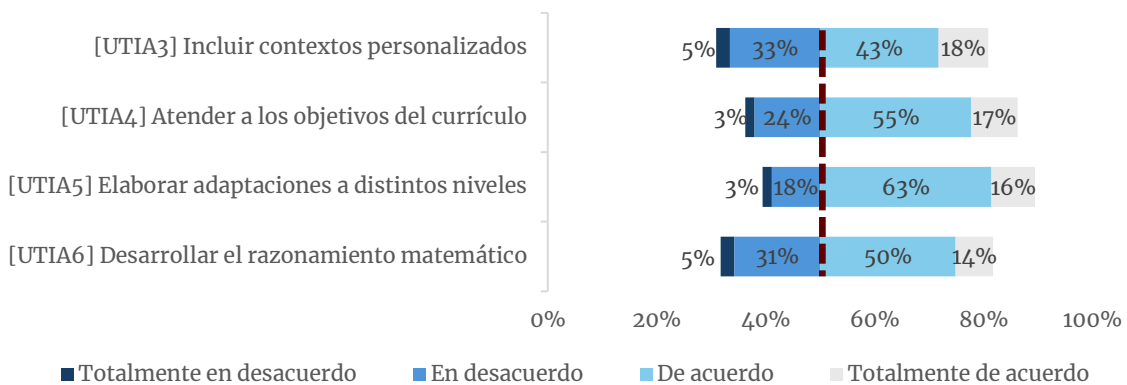
En relación con los costes percibidos al usar *chatbots*, los resultados muestran que, en promedio, se asocia un menor coste al esfuerzo requerido ($M_{CPIA2} = 1,79$, $DE_{CPIA2} = 0,600$) que al tiempo ($M_{CPIA3} = 1,85$, $DE_{CPIA3} = 0,635$) o la dificultad ($M_{CPIA1} = 1,98$, $DE_{CPIA1} = 0,674$). En la Figura 5 se observa que ningún participante está totalmente de acuerdo con que usar *chatbots* con fines educativos en matemáticas supone demasiado esfuerzo o tiempo.

Figura 5. Grado de acuerdo en ítems de la dimensión CPIA “Para un docente de educación primaria, usar *chatbots* con fines educativos en matemáticas...”



En cuanto a la utilidad de usar *chatbots* para la práctica específica de formulación de problemas, el ítem más destacado corresponde a la utilidad para elaborar adaptaciones a distintos niveles ($M_{UTIA5} = 2,91$, $DE_{UTIA5} = 0,685$), seguido de atender a los objetivos del currículo ($M_{UTIA4} = 2,83$, $DE_{UTIA4} = 0,730$), incluir contextos personalizados ($M_{UTIA3} = 2,75$, $DE_{UTIA3} = 0,813$) y desarrollar el razonamiento matemático ($M_{UTIA6} = 2,72$, $DE_{UTIA6} = 0,763$). La Figura 6 muestra que existe mayor grado de desacuerdo en la valoración de la utilidad de usar *chatbots* para incluir contextos personalizados (38 %) que para elaborar adaptaciones a distintos niveles (21 %).

Figura 6. Grado de acuerdo en ítems de la dimensión UTIA “En la formulación de problemas matemáticos para educación primaria, los *chatbots* son útiles para...”



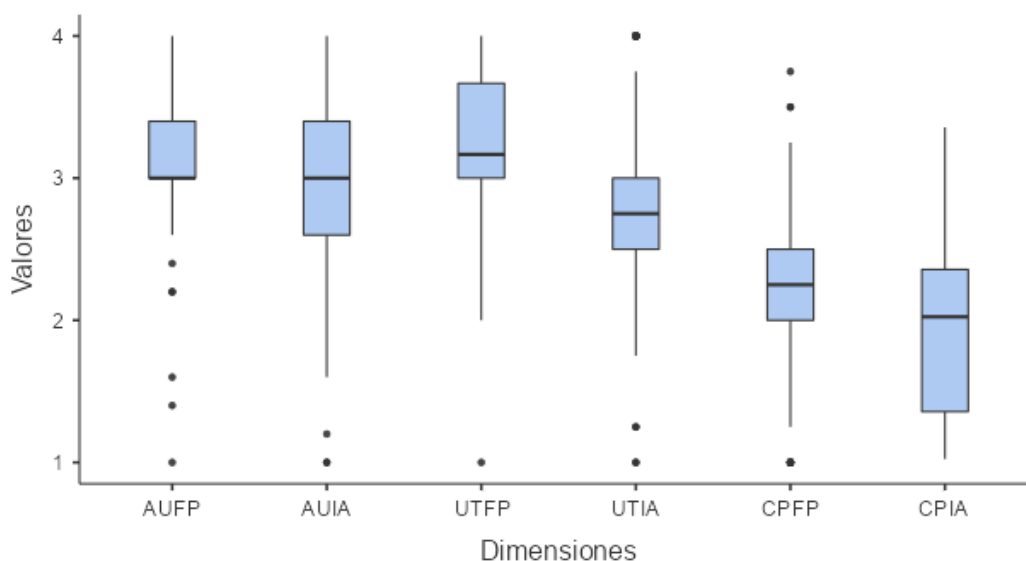
Por último, al analizar relaciones, se encontró que la autoeficacia presenta correlaciones significativas pero débiles con las otras dos dimensiones. La correlación con la utilidad es positiva ($r(173) = 0,37$, $p < 0,001$), mientras que con los costes percibidos es negativa ($r(173) = -0,17$, $p = 0,021$).

5.3. Relación entre autoeficacia, costes percibidos y utilidad en ambos procesos

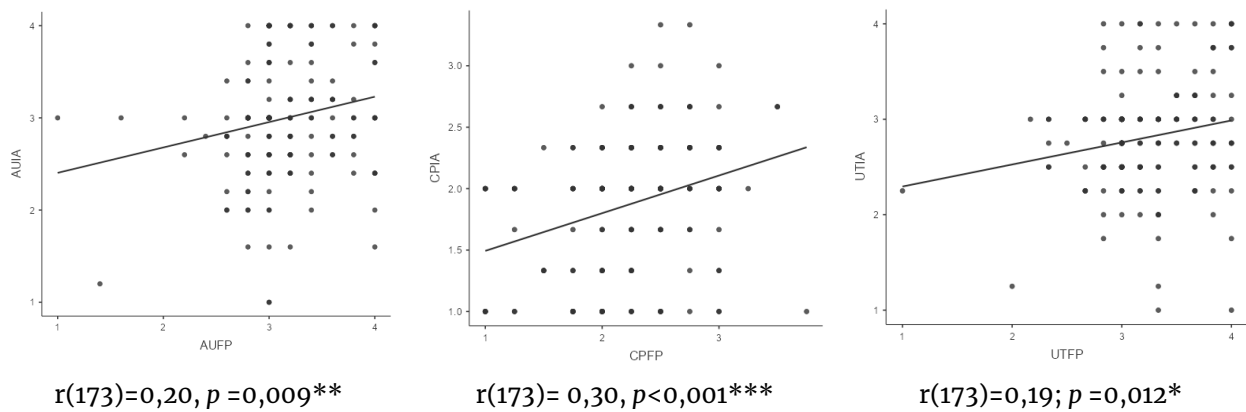
El análisis estadístico descriptivo de los datos correspondientes a las tres dimensiones muestra que, en la formulación de problemas, la percepción de utilidad es la más alta ($M_{UTFP} = 3,24$, $DE_{UTFP} = 0,468$), seguida de la autoeficacia ($M_{AUFP} = 3,15$, $DE_{AUFP} = 0,469$) y los costes ($M_{CPFP} = 2,25$, $DE_{CPFP} = 0,537$). En cuanto al uso de

chatbots basados en inteligencia artificial, se destaca la autoeficacia ($M_{AUIA} = 2,99$, $DE_{AUIA} = 0,651$), seguida de la utilidad ($M_{UTIA} = 2,81$, $DE_{UTIA} = 0,572$) y los costes, que son los más bajos ($M_{CPIA} = 1,88$, $DE_{CPIA} = 0,542$). Comparativamente, los futuros docentes perciben mayores niveles promedio de autoeficacia y utilidad en la formulación de problemas que en el uso de IA, mientras que consideran que los costes asociados al uso de IA son menores que los de la formulación de problemas, como se muestra en la Figura 7.

Figura 7. Distribución de los datos del promedio de ítems de las dimensiones de FP e IA



Los análisis de correlación presentados en la Figura 8 revelan correlaciones positivas débiles, aunque estadísticamente significativas, entre las dimensiones análogas de cada sección. En particular, al relacionar la autoeficacia percibida al formular problemas haciendo uso de *chatbots* (AUIA6) con las distintas situaciones de formulación (AUFP1-AUFP5), se obtuvieron los siguientes valores del coeficiente de Pearson: 0,25, 0,22, 0,19, 0,28 y 0,20. Todas estas correlaciones fueron, a su vez, estadísticamente significativas.

Figura 8. Correlación entre las dimensiones de FP e IA

Nota: * $p<0,05$, ** $p<0,01$, *** $p<0,001$

6. CONCLUSIONES

El análisis de los datos relativos a la formulación de problemas (objetivo 1) sugiere que los participantes, en general, se perciben como autoeficaces al situarse como posibles formuladores de problemas para primaria. Esta percepción se evaluó para distintas situaciones de formulación (Figura 1), encontrando menor puntaje en situaciones estructuradas que semi-estructuradas. Este hallazgo es consistente con su formación previa, pues en el taller solo se les brindó la oportunidad de formular problemas a partir de datos numéricos, operaciones, diagramas y figuras geométricas. Por otro lado, en los costes percibidos al formular problemas destacan los asociados al tiempo requerido y la preocupación por posibles fracasos (Figura 2). Estos posibles fracasos, aunque no están especificados en el instrumento, merecen un análisis detallado. Así, podríamos determinar si coinciden con los identificados por Rafi y Sugiman (2019), quienes señalan que las dificultades en la formulación de problemas por docentes en formación se deben a un conocimiento insuficiente del currículo y de los conceptos matemáticos. En cuanto a la dimensión de utilidad, el ítem con el puntaje promedio más bajo se relaciona con atender aspectos emocionales (Figura 3). El dominio afectivo no fue una variable considerada en el planteamiento del taller en el que habían participado los futuros docentes, lo que podría explicar que gran parte de estos estudiantes no valoran la utilidad de la formulación de problemas como un elemento que permite abordar estos aspectos. Por último, se encontró que cuanto mayor es la percepción de autoeficacia, mayor es la valoración de la utilidad y menores son los costes percibidos.

Respecto al uso de la inteligencia artificial (objetivo 2), se observa que la mayor percepción de autoeficacia se relaciona con la formulación de problemas, muy por encima de la resolución (Figura 4). Aunque no se dispone de información sobre la experiencia previa de los participantes al resolver problemas con estas herramientas, sería valioso explorar mediante entrevistas en qué fundamentan estas percepciones. Investigaciones recientes (Parra et al., 2024; Schorcht et al., 2024)

han puesto de manifiesto los errores e imprecisiones de los *chatbots* al resolver problemas matemáticos. Si los participantes utilizaron estas herramientas para resolver problemas y obtuvieron respuestas erróneas, es razonable suponer que su percepción de autoeficacia sea baja. Sobre los costes percibidos, se concluye que el menor de ellos es el esfuerzo necesario para usar la inteligencia artificial (Figura 5). Por estudios actuales, sabemos que una interacción efectiva con IA para la educación matemática requiere no solo de un conocimiento matemático sólido, sino también de una comprensión adecuada de conceptos de ingeniería del *prompt* (Noster et al., 2024; Schorcht et al., 2024). El refinamiento de las consultas o *prompts* es una tarea no exenta de esfuerzo; al igual que el dominio de conceptos matemáticos específicos. Entre los datos en la dimensión de utilidad (Figura 6), destacan con mayor puntaje los de ítems relacionados con la personalización del aprendizaje. La literatura también lo reconoce, pues es uno de los aspectos prometedores de los *chatbots* en educación (Kuhail et al., 2023).

Respecto a la relación entre las creencias motivacionales sobre FP e IA (objetivo 3), la Figura 8 muestra que, a medida que aumenta la autoeficacia, también tienden a incrementarse los costos percibidos o la utilidad en la otra práctica. Si bien estas correlaciones son estadísticamente significativas, deben interpretarse con cautela dadas las diferencias de redacción entre los ítems, especialmente los relativos a la dimensión de autoeficacia para cada práctica. Por su parte, el ítem de percepción de autoeficacia al formular problemas por medio de IA también correlaciona positivamente con todos los ítems de autoeficacia en FP. Esto sugiere que, si se expone a los futuros docentes a ejemplos exitosos de formulación de problemas y del uso de IA, ambas prácticas podrían verse reforzadas (Einarsson et al., 2024).

El cuestionario ForPro-IA, diseñado para explorar las creencias motivacionales de los futuros docentes sobre la formulación de problemas y el uso de *chatbots*, es un instrumento que ofrece una valiosa oportunidad de explorar nuevas áreas de investigación, dada la novedad de este enfoque. Por otra parte, es necesario considerar las limitaciones de este estudio, entre las que se encuentran el tamaño y las características de la muestra. Además, existe cierta desconexión entre las dimensiones evaluadas, especialmente entre las secciones de FP e IA. Aunque la mayoría de los ítems de IA en el cuestionario ForPro-IA superaron los análisis estadísticos de validez, estos ítems requieren mayor respaldo teórico y empírico. Además, es importante investigar cómo, en escenarios profesionales como las prácticas de grado, los futuros maestros modifican sus percepciones de autoeficacia y valoraciones de utilidad y costes percibidos, sometiéndoles también a formaciones específicas y talleres de FP e IA. Las autoras concuerdan con Berryhill et al. (2024) en que la IA debe ser una herramienta de apoyo para los docentes en la formulación de problemas, no un reemplazo automático de su labor profesional. Llegar a consensos sobre el tipo de docente que se desea formar no es una tarea sencilla (Jiménez-Ávila y Sosa-Guerrero, 2024) e insistir e investigar en los aspectos emocionales en la formación inicial es una tarea esencial (Marbán et al., 2020).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado con el apoyo del proyecto PID2022-139007NB-I00, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España (MCIN) con el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) código MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE. SE agradece la ayuda del contrato predoctoral PREP2022-000959 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 (Agencia Estatal de Investigación) y el Fondo Social Europeo Plus (FSE+). VG agradece el apoyo de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile (ANID) con el Millennium Science Initiative Program—Code NCS2021_014 y ANID/PIA/Basal Funds for Centers of Excellence: apoyo 2024 AFB240004 and Center for Mathematical Modeling (CMM), FB210005. Además, el trabajo es fruto de una colaboración realizada durante la estancia internacional de la tesis doctoral de SE en la Universidad de O'Higgins, Chile, financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y el FSE+.

REFERENCIAS

- Ball, D., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389–407.
<https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W. H. Freeman.
- Baumanns, L., & Rott, B. (2022). The process of problem posing: Development of a descriptive phase model of problem posing. *Educational Studies in Mathematics*, 110(2), 251–269. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10136-y>
- Berryhill, A., Chandler, L., Bondurant, L., & Sapkota, B. (2024). Using ChatGPT as a thought partner in writing relevant proportional reasoning word problems. *Connections*, 4(33).
- Blömeke, S., Gustafsson, J.-E., & Shavelson, R. J. (2015). Beyond dichotomies: Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), 3–13.
<https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000194>
- Burgos, M., Tizón-Escamilla, N., & Chaverri, J. (2024). A model for problem creation: Implications for teacher training. *Mathematics Education Research Journal*.
<https://doi.org/10.1007/s13394-023-00482-w>
- Cai, J., & Hwang, S. (2020). Learning to teach through mathematical problem posing: Theoretical considerations, methodology, and directions for future research. *International Journal of Educational Research*, 102, 101391.
<https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.01.001>
- Cai, J., Koichu, B., Rott, B., & Jiang, C. (2024). Advances in research on mathematical problem posing: Focus on task variables. *The Journal of Mathematical Behavior*, 76, 101186. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2024.101186>
- Cai, J., & Rott, B. (2024). On understanding mathematical problem-posing processes. *ZDM – Mathematics Education*, 56(1), 61–71.
<https://doi.org/10.1007/s11858-023-01536-w>
- Cankoy, O., & Özder, H. (2017). Generalizability theory research on developing a scoring rubric to assess primary school students' problem posing skills. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 2423–2439.
<https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01233a>

- Carrillo-Yañez, J., Climent, N., Montes, M., Contreras, L. C., Flores-Medrano, E., Escudero-Ávila, D., Vasco, D., Rojas, N., Flores, P., Aguilar-González, Á., Ribeiro, M., & Muñoz-Catalán, M. C. (2018). The mathematics teacher's specialised knowledge (MTSK) model. *Research in Mathematics Education*, 20(3), 236–253. <https://doi.org/10.1080/14794802.2018.1479981>
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. Pearson.
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53, 109–132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>
- Einarsson, H., Lund, S. H., & Jónsdóttir, A. H. (2024). Application of ChatGPT for automated problem reframing across academic domains. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100194. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100194>
- Embid, S., & Perdomo-Díaz, J. (2024a). Herramientas digitales en la formulación de problemas de fracciones por futuros maestros de primaria. En N. Adamuz-Povedano, E. Fernández-Ahumada, N. Climent, & C. Jiménez-Gestal (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXVII* (pp. 201–208). SEIEM.
- Embid, S., & Perdomo-Díaz, J. (2024b). Evaluación del potencial de distintos chatbots para la formulación de problemas matemáticos. *Formación del Profesorado e Investigación en Educación Matemática*, 16, 41–58.
- Embid, S., Perdomo-Díaz, J., & Giaconi, V. (2024). *Cuestionario ForPro-IA*. OSF Storage. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/Y45RW>
- Giaconi, V., Perdomo-Díaz, J., Cerda, G., & Saadati, F. (2018). Prácticas docentes, autoeficacia y valor en relación con la resolución de problemas de matemáticas: Diseño y validación de un cuestionario. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(3). <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2351>
- Grundmeier, T. A. (2015). Developing the problem-posing abilities of prospective elementary and middle school teachers. En F. M. Singer, N. F. Ellerton, & J. Cai (Eds.), *Mathematical problem posing: From research to effective practice* (pp. 411–431). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6258-3_20
- Hernández, A., Perdomo-Díaz, J., & Camacho-Machín, M. (2019). Mathematical understanding in problem solving with GeoGebra: A case study in initial teacher education. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(2), 208–223. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1587022>
- Hwang, G.-J., & Tu, Y.-F. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review. *Mathematics*, 9(6), 584. <https://doi.org/10.3390/math9060584>
- Jiménez Ávila, W. J., & Sosa Guerrero, L. (2024). Creencias y actuación en el aula de los formadores de profesores de matemáticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 42(3), 185–202. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5985>
- Kilpatrick, J. (1987). Problem formulating: Where do good problems come from? En A. H. Schoenfeld (Ed.), *Cognitive science and mathematics education* (pp. 123–147). Lawrence Erlbaum Associates.
- Kuhail, M. A., Alturki, N., Alramlawi, S., & Alhejori, K. (2023). Interacting with educational chatbots: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 28(1), 973–1018. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11177-3>
- Leavy, A., & Hourigan, M. (2022). The Framework for Posing Elementary Mathematics Problems (F-PosE): Supporting teachers to evaluate and select problems for use

- in elementary mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 111(1), 147–176.
<https://doi.org/10.1007/s10649-022-10155-3>
- Lupiáñez, J. L., Olivares, D., & Segovia, I. (2024). Examining the role played by resources, goals and orientations in primary teachers' decision-making for problem-solving lesson plans. *ZDM – Mathematics Education*, 56(6), 1153–1167.
- Marbán, J. M., Palacios, A., & Maroto, A. (2020). Desarrollo del dominio afectivo matemático en la formación inicial de maestros de primaria. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 18, 73–86.
<https://doi.org/10.35763/aiem.voi18.286>
- Martínez-Rizo, F. (2012). Procedimientos para el estudio sobre las prácticas docentes: Revisión de la literatura. *RELIEVE – Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 18(1), 1–22.
- McNeish, D. (2018). Thanks coefficient alpha, we'll take it from here. *Psychological Methods*, 23(3), 412.
- Montes, M., Chico, J., Martín-Díaz, J. P., & Badillo, E. (2024). Mathematics teachers' specialized knowledge mobilized through problem transformation. *The Journal of Mathematical Behavior*, 73, 101132.
<https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2024.101132>
- National Council of Teachers of Mathematics. (2014). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*. Author.
- Noster, N., Gerber, S., & Siller, H.-S. (2024). Pre-service teachers' approaches in solving mathematics tasks with ChatGPT. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 10, 543–567. <https://doi.org/10.1007/s40751-024-00155-8>
- Parra, V., Sureda, P., Corica, A., Schiaffino, S., & Godoy, D. (2024). Can generative AI solve geometry problems? Strengths and weaknesses of LLMs for geometric reasoning in Spanish. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 8(5), 65. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2024.02.009>
- Rafi, I., & Sugiman, S. (2019). Problem posing ability among prospective mathematics teachers. *Pythagoras: Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(2), 188–198.
<https://doi.org/10.21831/pg.v14i2.29976>
- Remillard, J. T., Reinke, L. T., & Kapoor, R. (2019). What is the point? Examining how curriculum materials articulate mathematical goals and how teachers steer instruction. *International Journal of Educational Research*, 93, 101–117.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883035518305810>
- Reeve, J. (2015). *Understanding motivation and emotion* (6th ed.). Wiley.
- Revelle, W. (2019). *psych: Procedures for psychological, psychometric, and personality research* [R package]. <https://cran.r-project.org/package=psych>
- Richard, P. R., Vélez, M. P., & Van Vaerenbergh, S. (Eds.). (2022). *Mathematics education in the age of artificial intelligence: How artificial intelligence can serve mathematical human learning*. Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-86909-0>
- Rosseel, Y. (2018). *lavaan: Latent variable analysis* [R package].
<https://cran.r-project.org/package=lavaan>
- Saadati, F., Cerda, G., Giaconi, V., Reyes, C., & Felmer, P. (2019). Modeling Chilean mathematics teachers' instructional beliefs on problem solving practices. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(5), 1009–1029.
<https://doi.org/10.1007/s10763-018-9897-8>

- Schindler, M., & Bakker, A. (2020). Affective field during collaborative problem posing and problem solving: A case study. *Educational Studies in Mathematics*, 105(3), 303–324. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09973-0>
- Schorcht, S., Buchholtz, N., & Baumanns, L. (2024). Prompt the problem – Investigating the mathematics educational quality of AI-supported problem solving by comparing prompt techniques. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1386075>
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>
- Shultz, K. S., Whitney, D., & Zickar, M. J. (2020). *Measurement theory in action: Case studies and exercises* (3rd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003127536>
- Silver, E. A. (1994). On mathematical problem posing. *For the Learning of Mathematics*, 14(1), 19–28.
- Son, J. W., & Diletti, J. (2017). What can we learn from textbook analysis? In J.-W. Son, T. Watanabe, & J.-J. Lo (Eds.), *What matters? Research trends in international comparative studies in mathematics education* (pp. 3–32). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51187-0_1
- Stoyanova, E., & Ellerton, N. F. (1996). A framework for research into students' problem posing in school mathematics. *Technology in Mathematics Education*, 4(7), 518–525.
- Voica, C., Singer, F. M., & Stan, E. (2020). How are motivation and self-efficacy interacting in problem-solving and problem-posing? *Educational Studies in Mathematics*, 105(3), 487–517. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-10005-0>
- Wardat, Y., Tashtoush, M., Alali, R., & Saleh, S. (2024). Artificial intelligence in education: Mathematics teachers' perspectives, practices and challenges. *Iraqi Journal for Computer Science and Mathematics*, 5(1), 60–77. <https://doi.org/10.52866/ijcsm.2024.05.01.004>

∞

Sara Embid

Universidad de La Laguna (España)

sembidso@ull.es | <https://orcid.org/0000-0002-7246-5048>

Josefa Perdomo-Díaz

Universidad de La Laguna (España)

jperdomd@ull.edu.es | <https://orcid.org/0000-0002-7098-1030>

Valentina Giaconi

Universidad de O'Higgins (Chile), Millennium Nucleus for the Study of the Development of Early Math Skills (MEMAT) (Chile)

valentina.giaconi@uoh.cl | <https://orcid.org/0000-0002-5166-5673>

Recibido: 29 de noviembre de 2024

Aceptado: 21 de marzo de 2025

Problem Posing and the Use of AI: Motivational Beliefs Among Pre-service Primary School Teachers

Sara Embid @ ¹, Josefa Perdomo-Díaz @ ¹, Valentina Giaconi @ ²

¹ Universidad de La Laguna (España)

² Universidad de O'Higgins (Chile), Millennium Nucleus for the Study of the Development of Early Math Skills (MEMAT) (Chile)

Problem posing is a fundamental aspect of mathematics teaching and learning, significantly influencing the types of learning opportunities available to students. This study explores the motivational beliefs of pre-service primary school teachers concerning problem posing and the use of generative artificial intelligence (AI) chatbots as educational tools for mathematics teaching. Employing the ForPro-IA questionnaire, the research assesses dimensions such as self-efficacy, perceived costs, and perceived utility related to both practices among a sample of 175 prospective primary school teachers.

The findings reveal that participants generally perceive themselves as self-efficacious in problem posing; however, this self-efficacy is notably lower in more structured scenarios. This observation contradicts existing theories that suggest a higher level of structure should facilitate performance and enhance self-efficacy. Additionally, the perceived costs associated with problem posing vary among participants, with significant concerns related to the time required for this practice and apprehensions about potential failure. These fears reflect challenges identified in previous studies, indicating that many future teachers struggle with insufficient knowledge of the curriculum and mathematical concepts.

The analysis also indicates that perceived costs associated with using AI are lower compared to those related to problem posing. Specifically, the effort required to engage with AI tools is viewed as one of the least burdensome aspects. This raises important questions regarding the adequacy of training provided to future educators to maximize the potential benefits of these technologies in the classroom. Existing literature supports this notion by emphasizing that a solid understanding of technological concepts is essential for effectively integrating AI into mathematics education.

In terms of perceived utility, participants rated the effectiveness of problem posing in addressing students' emotional needs relatively low. This finding highlights a critical gap in teacher training programs, suggesting that there is a need to incorporate emotional aspects into the initial education of future teachers. On the other hand, a higher level of self-efficacy in problem posing correlates positively with a favourable perception of using AI chatbots for similar tasks. This correlation implies that pre-service teachers may feel more comfortable utilizing technological tools when they possess confidence in their problem-posing abilities.

Finally, the study demonstrates a positive relationship between motivational beliefs regarding problem posing and AI usage; as self-efficacy or perceived utility increases in one area, it tends to increase in the other as well. This finding suggests that exposing future teachers to successful examples of both practices could reinforce their development in each area. In conclusion, this research underscores the importance of designing practical workshops that integrate AI usage and problem posing, thereby enhancing the mathematical pedagogical competencies of future educators.