

## **CreeA-Mat: Cuestionario de Creencias de Autoeficacia para la Solución de Problemas Matemáticos de estudiantes mexicanos de secundaria**

*CreeA-Mat: Questionnaire of Self-Efficacy Beliefs for Solving Mathematical Problems of Mexican high school students*

Olimpia Gómez Pérez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, México (draoligomez@gmail.com)

Cómo citar este artículo:

Gómez Pérez, O. (2024). CreeA-Mat: Cuestionario de Creencias de Autoeficacia para la Solución de Problemas Matemáticos de estudiantes mexicanos de secundaria. *Educación y ciencia*, 13(61), 172-188.

Recibido: 1 de diciembre de 2023 | Aceptado: 12 de abril de 2024 | Publicado: 15 de julio de 2024

### **Resumen**

Se presenta evidencia de validez y confiabilidad para un instrumento de creencias de autoeficacia para la solución de problemas matemáticos, tanto desde la Teoría Clásica de los Tests como de la Teoría de Respuesta al Ítem, enfatizando la necesidad de precisar tanto el contexto como el tipo de autoeficacia que se quiere medir, para aumentar las propiedades psicométricas de instrumentos para medir esta variable. En conclusión, el CreeA-Mat, posee evidencia favorable para recomendar su uso para aportar evidencia empírica tanto sobre las características de las creencias de autoeficacia para la solución de problemas, como respecto a su impacto en el rendimiento académico de estudiantes de secundaria en la materia.

**Palabras clave:** creencias; autoeficacia; matemáticas; secundaria; rendimiento académico

### **Abstract**

Evidence of validity and reliability is presented for an instrument of self-efficacy beliefs for solving mathematical problems, both from Classical Test Theory and Item Response Theory, emphasizing the need to specify both the context and the type of self-efficacy that aims to be measured, to increase the psychometric properties of instruments for this variable. In conclusion, the CreeA-Mat has positive evidence to recommend its use to provide empirical evidence both on the characteristics of self-efficacy beliefs for problem solving, and regarding its impact on the academic performance of highschool students in the subject.

**Keywords:** beliefs; self-efficacy; mathematics; highschool; academic achievement

## **INTRODUCCIÓN**

La autoeficacia es un constructo psicológico que tiene enorme impacto en la vida de las personas. No sólo se relaciona con la salud mental (Gallagher et al., 2019) y física (Liang et al., 2021; Medrano-Ureña et al., 2020), sino también con la vida profesional (Bernales-

Turpo et al., 2022), la elección de carrera (Livinti et al., 2021; Stead et al., 2021), la crianza y el desarrollo (Albanese et al., 2019; Yada et al., 2022), sin mencionar su enorme impacto en la enseñanza (Alanoglu, 2022), el aprendizaje y el rendimiento académico (Ayllón et al., 2019; Sung et al., 2021).

Desde que Albert Bandura introdujo el término en la literatura (1977), se han realizado infinidad de estudios resultando en gran cantidad de instrumentos para medirla; la mayoría de ellos son cuestionarios que se basan en la definición general de autoeficacia, y no presentan los debidos análisis psicométricos, lo cual nos lleva a preguntarnos si realmente se está midiendo el constructo y qué tan confiables son los resultados.

La autoeficacia está definida como “las creencias de las personas sobre sus capacidades para producir determinados niveles de desempeño que ejercen influencia en eventos que afectan sus vidas”, determinan lo que la gente siente y piensa, qué las motiva y cómo se comportan, ejerciendo su efecto a través de cuatro procesos: cognición, motivación, afectos y selección de procesos (Bandura, 1994, p. 2).

En este sentido, muchos de los instrumentos que se utilizan en estudios sobre la relación de la autoeficacia con otras variables, son cuestionarios cortos que preguntan directamente a las personas qué tan capaces se creen para lograr un resultado en general (Hussein et al., 2020). También utilizan la Escala de Autoeficacia General de Schwarzer y Jerusalem (1995), cuyo nombre puede resultar confuso, ya que no mide autoeficacia en general sino la autoeficacia para desempeñarse en diferentes tareas cotidianas, así como para superar adversidades de la vida diaria (APA PsycNet, 2023). Además del reto que implica desarrollar instrumentos precisos para medir las creencias de autoeficacia de resultados específicos en las diferentes actividades de la vida de las personas, también debe tomarse en cuenta la distinción entre creencias de autoeficacia y creencias atribucionales o, en palabras de Bandura: expectativa de resultado y expectativa de eficacia (1997).

Una expectativa de resultados se define como “la estimación de una persona de que determinada conducta le llevará a ciertos resultados. La expectativa de eficacia es la convicción de que uno puede ejecutar con éxito la conducta requerida para producir los resultados deseados. Las expectativas de resultados y de eficacia se diferencian porque los individuos pueden creer que determinado curso de acción producirá ciertos resultados, pero si hospedan serias dudas sobre si podrán desempeñar las actividades necesarias, esa información no influencia su comportamiento” (Bandura, 1997, pp. 193). Es decir, las creencias de autoeficacia (expectativa de resultado), tienen que ver con el nivel de seguridad de una persona para alcanzar un resultado determinado; mientras que, las creencias atribucionales (expectativa de eficacia), se relacionan con la seguridad que tiene una persona de ejecutar las acciones necesarias para alcanzar el resultado deseado.

Finalmente, Bandura (2006) también hace hincapié en la importancia de elaborar instrumentos con acciones (expectativa de eficacia) y/o resultados (expectativa de resultado) específicos para alcanzar mayores niveles de validez y confiabilidad en la medición de estas variables.

Por lo anterior, el presente artículo tuvo como propósito clarificar el término autoeficacia para diseñar un instrumento válido y confiable, que mida adecuadamente las expectativas de eficacia o creencias atribucionales de los estudiantes para las matemáticas en particular, y permita obtener resultados que orienten una toma de decisiones acertada. Así mismo, se buscó complementar la validez de constructo con índices más robustos tanto de la Teoría Clásica de los Tests como de la Teoría de Respuesta al Ítem.

## ANTECEDENTES

La autoeficacia está definida como las creencias de las personas sobre sus capacidades para producir determinados resultados (Bandura, 1994). En psicología, una creencia es la asociación evaluativa de características o atributos con objetos, personas y situaciones significativas para la persona (APA, 2015); es una explicación individual de por qué y cómo ocurren los fenómenos y situaciones en nuestra vida cotidiana.

De esta manera, la autoeficacia, es un conjunto de explicaciones sobre qué tan capaces somos de alcanzar ciertos resultados. Debido a que la autoeficacia es una serie de creencias, y las creencias se asocian con un objeto, situación o persona, la autoeficacia no puede ser vista como un constructo general e independiente, siempre está asociado a resultados específicos para determinados objetos, personas o situaciones.

En la literatura, la autoeficacia matemática se define como las creencias o percepciones de una persona en relación con sus habilidades en matemáticas (May, 2009), o los juicios de las propias habilidades para desarrollar e implementar acciones correctas relacionadas con las matemáticas (Cuevas y Berou, 2016). Los autores de uno de los cuestionarios más utilizados para medir la autoeficacia matemática, el Mathematics Self-efficacy Scale (MSES), partieron de una selección detallada de las actividades relacionadas con las matemáticas y ubicaron tres dominios principales: la solución de problemas matemáticos, el uso de las matemáticas en la vida cotidiana y la capacidad para desempeñarse satisfactoriamente en cursos oficiales de matemáticas (Betz y Hackett, 1983).

Es así que, más específicamente, la autoeficacia matemática podría definirse como las creencias de un estudiante sobre su capacidad para resolver problemas matemáticos, utilizar las matemáticas en su vida cotidiana y desempeñarse satisfactoriamente en sus clases de matemáticas (Betz y Hackett, 1983). A su vez, podría dividirse en: creencias de autoeficacia matemática y creencias atribucionales en matemáticas.

Las creencias de autoeficacia estarían orientadas a los resultados, es decir, qué tan capaz se siente un estudiante de alcanzar resultados correctos en los problemas, utilizar las matemáticas en su vida cotidiana en los momentos oportunos y mostrar un desempeño óptimo en sus clases, que podría determinarse a través del rendimiento académico en matemáticas. Las creencias atribucionales, estarían orientadas al proceso: qué tan seguro está el estudiante de resolver correctamente los problemas, identificar las situaciones en que el uso de las matemáticas es necesario y ejecutarlo correctamente, así como tener un aprendizaje y desempeño matemático esperados.

Ya se ha reportado en la literatura que existen diferentes formas de medir la autoeficacia, según el área o la actividad a la que se dirija (Klieme y Schmidt-Borcherding, 2023), y que los niveles de autoeficacia son distintos para diferentes actividades, aún en las mismas personas (Handtke y Bögeholz, 2020). De acuerdo con Bandura (2006), la especificidad de los reactivos de escalas de autoeficacia está íntimamente relacionada con su validez y confiabilidad, por lo que sería recomendable diseñar instrumentos ad hoc que evalúen la autoeficacia matemática de las y los estudiantes, dependiendo de sus características como etapa del desarrollo y nivel escolar.

En México, la última reforma educativa, denominada Nueva Escuela Mexicana, busca dotar a las y los estudiantes de habilidades, más que contenidos, para desarrollarse cognitiva, social y afectivamente, al presentarles situaciones reales que les demanden la búsqueda y el análisis crítico de información, la puesta en práctica de sus conocimientos y la ejecución adecuada de procedimientos, de manera colaborativa, en relación con otras personas y dentro de su contexto, con respeto, solidaridad, equidad e integridad (SEP, 2023).

Para el caso particular de las matemáticas, estas se vuelven más un medio que un fin en sí mismas, no se busca que aprendan los conceptos y procedimientos matemáticos de manera aislada, sino que los implementen para identificar y resolver tanto problemáticas como necesidades en su vida cotidiana (SEP, 2023).

Dentro de este contexto, la adecuada solución de problemas matemáticos tiene especial relevancia, pues, además de permitir que los estudiantes obtengan un buen desempeño en las actividades escolares, lo que redundaría en una buena trayectoria educativa (Aravena-Bauzá y San Martín, 2022; Valtierra y Castillo, 2022), el desarrollo de las habilidades necesarias para resolver problemas matemáticos correctamente, favorece el pensamiento crítico y el desarrollo cognitivo de las y los estudiantes (Lleerena-Vivanco, 2021; Terroba et al., 2021).

De acuerdo con Arteaga-Martínez y colaboradores (2020), la resolución de problemas matemáticos demanda actividades de alto nivel cognitivo, que lleven a las y los estudiantes a indagar estrategias de solución, a través de la exploración, el cálculo y la evaluación. La resolución de problemas matemáticos puede dividirse en cuatro dimensiones: comprensión, estrategia, ejecución y revisión (Andrade y Narváez, 2017; Perales, 1993; Rico, 2007).

La comprensión tiene que ver con la capacidad del estudiante para entender el ejercicio matemático y saber claramente lo que se le solicita y/o el resultado al que debe llegar; la estrategia se relaciona con habilidades de planeación y monitoreo de estrategias de solución del problema matemático con base en el resultado que se pretende alcanzar. Por su parte, la ejecución se vincula con la capacidad para realizar correctamente los pasos necesarios para alcanzar el resultado deseado, mientras que, finalmente, la evaluación es la capacidad del estudiante para reflexionar sobre el resultado obtenido, identificar si es correcto y corregirlo en caso necesario (Andrade y Narváez, 2017; Perales, 1993; Rico, 2007).

Dado que la especificidad del instrumento potencializa su validez y confiabilidad para medir la autoeficacia, un buen instrumento de autoeficacia matemática tendría que enfocarse en alguna de las áreas o habilidades concretas que las y los estudiantes deben desarrollar en

alguno de los diferentes momentos de su trayectoria académica; así mismo, sería recomendable distinguir entre expectativas de resultado (creencias de autoeficacia) o expectativas de eficacia (creencias atribucionales) (Bandura, 2006).

Además de lo anterior, un buen instrumento debería desarrollarse de acuerdo con una serie de pasos para garantizar su fortaleza psicométrica, es decir que sus resultados sean tanto válidos como confiables. La validez muestra el nivel de acierto de las inferencias hechas a través del test o prueba; por su parte, la confiabilidad es evaluar el grado de precisión de las mediciones realizadas (Muñiz, 2005). Comúnmente se dice que la validez es que el instrumento mida lo que debe medir, y que la confiabilidad es el nivel de confianza que podemos tener en los resultados obtenidos; sin embargo, estas formas de ver dichos conceptos son poco claras y abstractas, en especial el de la validez.

Actualmente, la validez se comprende como una serie de procesos para garantizar y demostrar que hay evidencia empírica que respalda los resultados obtenidos en la prueba (Carrillo et al., 2020); es decir, que las respuestas de la persona realmente se deben al nivel que posee de la variable que se quiere medir. Por su parte, la confiabilidad puede ser mejor entendida recordando que no hay forma de medir directamente un constructo o variable no observable, como la autoeficacia. En este sentido, el puntaje observado siempre estará dado por el puntaje verdadero (que se desconoce), más el error. De esta manera, uno de los índices de confiabilidad más utilizado, el alfa de Cronbach, indica qué proporción de los puntajes obtenidos en la prueba se deben al puntaje verdadero y qué proporción es producto del error, es decir, qué tan estables, consistentes y precisos son estos puntajes.

La validez y la confiabilidad son pilares de la Teoría Clásica de los Tests (TCT), un conjunto de procedimientos estadísticos que permiten, tanto fundamentar adecuadamente las puntuaciones de los tests, así como la estimación de los errores de medida asociados (Muñiz, 2018). Más recientemente, también se han incorporado procedimientos de la Teoría de Respuesta al Ítem (TRI), que analiza con más profundidad los reactivos, en lugar de basarse en los puntajes globales de la prueba; lo que permite obtener mediciones invariantes respecto de los instrumentos utilizados y de las personas implicadas (Muñiz, 2018); es decir, mientras que en la TCT los puntajes no sólo dependen de la persona, sino también del instrumento (su estructura y extensión), la TRI permite obtener índices de discriminación y dificultad para los reactivos independientes del instrumento y las personas.

Retomando lo presentado anteriormente, la presente investigación instrumental tuvo como propósito clarificar el término autoeficacia para diseñar un instrumento válido y confiable, que mida adecuadamente las expectativas de eficacia o creencias atribucionales de los estudiantes para las matemáticas en particular, y permita obtener resultados que orienten una toma de decisiones acertada. Así mismo, se buscó complementar la validez de constructo con índices más robustos tanto de la TCT como de la TRI.

## MÉTODO

### Participantes

452 estudiantes de tercer grado de educación secundaria, inscritos en dos escuelas públicas de la Ciudad de México, seleccionadas por conveniencia; 65.9% en una escuela localizada en el centro de la ciudad y 34.1% en otra ubicada en la zona sur. La edad de los estudiantes se ubicó entre los 13 y 16 años ( $M = 14.03$ ;  $DE = .341$ ), la mitad de ellos eran hombres (53.1%).

### Instrumentos y medidas

1. Cuestionario de Creencias de Autoeficacia Matemática para la Solución de Problemas (CreeA-Mat) (ver Tabla 1). Se desarrollaron 17 reactivos para medir las creencias del estudiante sobre sus capacidades para llevar a cabo los cuatro procesos básicos para la solución correcta de problemas matemáticos: comprender un ejercicio matemático, planificar su resolución, ejecutar el proceso y revisar el resultado obtenido. Cada proceso contó con cinco reactivos, excepto el de estrategia, donde se incorporaron solo tres reactivos (los mínimos para considerarse un factor), pues el proceso estratégico se vincula con los otros tres, por lo que los dos reactivos restantes resultaban muy parecidos a otros. Los reactivos se responden a través de una escala tipo Likert de 4 puntos: 1=Nada parecido a mí, 2=Poco parecido a mí, 3=Algo parecido a mí, 4= Totalmente igual a mí, esto con el objetivo de obtener mayor variabilidad en los puntajes evitando respuestas intermedias. Las preguntas se presentaron después de la siguiente indicación: De acuerdo con la actividad de matemáticas que acabas de leer, contesta las siguientes preguntas. Para evitar que las preguntas resultaran repetitivas debido a que se buscó que los reactivos fueran claros y tuvieran énfasis en las creencias de autoeficacia, la primera parte de la pregunta se escribió al principio del cuestionario: Cuando realizas actividades de matemáticas, ¿qué tan confiado/confiada estás de...?; posteriormente, se presentó el complemento de cada pregunta del instrumento.

**Tabla 1***Subdimensiones, definición y reactivos del CreeA-Mat*

Subdimensiones	Definición	Reactivos
Comprensión	Creencias del estudiante sobre su capacidad para entender un ejercicio matemático y saber claramente lo que se solicita y/o el resultado al que hay que llegar.	1. ¿Qué tan capaz te sientes para comprender lo que se te solicita en el ejercicio? 2. ¿Qué tan capaz te sientes de entender el significado de todas las palabras del ejercicio? 3. ¿Qué tan capaz te sientes para ubicar los datos necesarios para resolver el ejercicio? 4. ¿Qué tan capaz te sientes para ubicar la/s incógnita/s del problema? 5. ¿Qué tan capaz te sientes para expresar el problema con tus propias palabras?
Estrategia	Creencias del estudiante sobre su capacidad para planificar y seguir una estrategia de solución del ejercicio matemático con base en el resultado deseado.	6. ¿Qué tan capaz te sientes para recordar cómo se resuelven otras actividades similares? 7. ¿Qué tan capaz te sientes para identificar las operaciones necesarias para resolver la actividad? 8. ¿Qué tan capaz te sientes de identificar los pasos necesarios para llegar al resultado correcto?
Ejecución	Creencias del estudiante sobre su capacidad para realizar correctamente los pasos necesarios para alcanzar el resultado deseado.	9. ¿Qué tan capaz te sientes de realizar en tiempo y forma los pasos que planeaste para realizar la actividad? 10. ¿Qué tan capaz te sientes de llegar al resultado correcto? 11. ¿Qué tan capaz te sientes de superar los obstáculos que enfrentes mientras resuelves la actividad? 12. ¿Qué tan capaz te sientes para identificar lo que estás haciendo mal mientras realizas la actividad? 13. ¿Qué tan capaz te sientes para modificar tu estrategia para llegar al resultado correcto?
Revisión	Creencias del estudiante sobre su capacidad para reflexionar sobre el resultado obtenido, identificar si es correcto y corregirlo en caso necesario.	14. ¿Qué tan capaz te sientes para revisar por ti mismo/a si tu resultado es el correcto? 15. ¿Qué tan capaz te sientes de recordar cuáles fueron tus dificultades durante la actividad y cómo las resolviste? 16. ¿Qué tan capaz te sientes de resolver correctamente actividades similares en un futuro? 17. ¿Qué tan capaz te sientes de explicar cómo llegaste a tu resultado?

*Nota.* Elaboración propia.

2. Actividad de matemáticas. Con el fin de dar un punto de referencia específico a los estudiantes para responder más precisamente el cuestionario, se presentó una actividad de matemáticas seleccionada del documento de maestros de 3er grado “Orientación didáctica y planes de clase. Bloque I” (Secretaría de Educación Pública, 2011). Los estudiantes tenían que resolver los cuatro problemas algebraicos con dificultad creciente, contemplados en la actividad mencionada. La tarea se calificó utilizando una rúbrica desarrollada para evaluar el nivel de desempeño observado en cada problema: no resuelto, insuficiente, bajo, medio y alto; cada nivel de cada problema tenía una puntuación, la puntuación más alta fue de 10.

3. Calificación asignada por el docente en el bimestre del estudio. También se utilizó la calificación de matemáticas que el docente asignó a cada estudiante de acuerdo con su desempeño a lo largo del bimestre en el que se realizó el estudio, para aportar mayor evidencia de validez al cuestionario.

## Procedimiento

Durante las tres últimas semanas del mes de noviembre y la primera de diciembre de 2017, se acudió a las escuelas en los días y horarios acordados previamente con las directoras de los planteles, durante las clases de matemáticas, para que estuviera presente su profesor o profesora. En la primera hoja se presentó la actividad de matemáticas, seguida por el cuestionario. Se pidió a los estudiantes que primero leyeran atentamente la actividad, sin responderla y, después, respondieran el cuestionario. Una vez entregado el cuestionario, se dio tiempo a los estudiantes para resolver la actividad y poder correlacionar sus resultados con sus respuestas en el cuestionario.

## Análisis de datos

Se construyó una base de datos en SPSS v.24. Posteriormente, un equipo de apoyo capturó los resultados de los cuestionarios en la base de datos. Finalmente, se procedió a analizar los datos utilizando tanto la Teoría Clásica de los Tests (Muñiz, 1994), como la Teoría de Respuesta al Ítem (Samejima, 1997). Se utilizaron los programas AMOS para análisis factorial confirmatorio e IRT-Pro versión para estudiantes para la calibración.

## RESULTADOS

### Análisis descriptivo

Como un primer paso se analizó la distribución de frecuencias para cada uno de los reactivos. Se revisó que las respuestas estuvieran distribuidas en todas las opciones; ningún reactivo presentó el 50% o más en alguna de las opciones posibles. Los 17 reactivos presentaron índices de asimetría y curtosis menores a 2 y las correlaciones reactivo-total fueron moderadas, entre .544 y .663. Cabe resaltar que todos los índices de asimetría son negativos, es decir que, hay un sesgo hacia los valores altos de la variable, como puede observarse en la Tabla 2.



**Tabla 2***Índices descriptivos de los reactivos del CreeA-Mat*

Reactivo	<i>M</i>	<i>DE</i>	As.	Curt.	<i>R reactivo-total</i>
D1. ¿Identificar los pasos necesarios para tener el resultado correcto?	3.04	.782	-.647	.216	.663
D10. ¿Ubicar la/s incógnita/s del problema?	2.77	.794	-.255	-.177	.564
D11. ¿Explicar cómo llegaste a tu resultado?	2.70	.840	-.117	-.444	.544
D12. ¿Recordar cuáles fueron tus dificultades durante el ejercicio y cómo las resolviste?	2.89	.796	-.512	.103	.570
D13. ¿Superar los obstáculos que enfrentes mientras resuelves el ejercicio?	2.90	.720	-.363	.238	.654
D14. ¿Entender el significado de todas las palabras enunciadas en el ejercicio?	2.85	.726	-.117	-.209	.551
D15. ¿Recordar cómo se resuelven otros ejercicios similares?	2.95	.744	-.447	.170	.625
D16. ¿Identificar lo que estás haciendo mal mientras realizas el ejercicio?	2.87	.800	-.290	-.298	.592
D17. ¿Resolver correctamente ejercicios similares en un futuro?	2.90	.766	-.484	.195	.583
D2. ¿Identificar las operaciones necesarias para resolver el ejercicio?	2.93	.727	-.496	.436	.566
D3. ¿Ubicar los datos necesarios para resolver el ejercicio?	3.01	.768	-.502	-.014	.602
D4. ¿Expresar el problema con tus propias palabras?	2.73	.806	-.199	-.252	.558
D5. ¿Llegar al resultado correcto?	3.04	.747	-.502	.032	.644
D6. ¿Realizar en tiempo y forma los pasos necesarios para realizar el ejercicio?	2.85	.777	-.405	.051	.620
D7. ¿Comprender lo que se te solicita en el ejercicio?	2.99	.753	-.506	.164	.618
D8. ¿Modificar tu estrategia (lo que haces y piensas) para llegar al resultado correcto?	2.88	.794	-.414	-.069	.548
D9. ¿Revisar por ti mismo/a si tu resultado es el correcto?	2.91	.839	-.448	-.273	.594

*Nota.* Elaboración propia.

## Análisis factorial exploratorio

Posteriormente, se llevó a cabo un análisis factorial exploratorio. Se eliminó el reactivo D7. “¿Qué tan capaz te sientes de comprender lo que se te solicita en el ejercicio?”, por presentar cargas factoriales de .467 y .489 en dos factores. Después de su eliminación, la organización del instrumento quedó en un solo factor con 16 reactivos que explican el 42.54% de la varianza, con un índice *KMO* de .946, un resultado significativo en la prueba de esfericidad de Bartlett ( $p=.000$ ) y un alfa de .90. En la Tabla 3 se presentan las cargas factoriales de cada reactivo.

**Tabla 3**

*Cargas factoriales de los reactivos del CreeA-Mat*

Reactivo	Carga factorial
D1. ¿Identificar los pasos necesarios para tener el resultado correcto?	.720
D13. ¿Superar los obstáculos que enfrentes mientras resuelves el ejercicio?	.710
D5. ¿Llegar al resultado correcto?	.701
D15. ¿Recordar cómo se resuelven otros ejercicios similares?	.682
D6. ¿Realizar en tiempo y forma los pasos necesarios para realizar el ejercicio?	.677
D3. ¿Ubicar los datos necesarios para resolver el ejercicio?	.666
D9. ¿Revisar por ti mismo/a si tu resultado es el correcto?	.653
D16. ¿Identificar lo que estás haciendo mal mientras realizas el ejercicio?	.652
D17. ¿Resolver correctamente ejercicios similares en un futuro?	.640
D12. ¿Recordar cuáles fueron tus dificultades durante el ejercicio y cómo las resolviste?	.633
D10. ¿Ubicar la/s incógnita/s del problema?	.626
D2. ¿Identificar las operaciones necesarias para resolver el ejercicio?	.625
D4. ¿Expresar el problema con tus propias palabras?	.616
D8. ¿Modificar tu estrategia (lo que haces y piensas) para llegar al resultado correcto?	.609
D14. ¿Entender el significado de todas las palabras enunciadas en el ejercicio?	.609
D11. ¿Explicar cómo llegaste a tu resultado?	.600

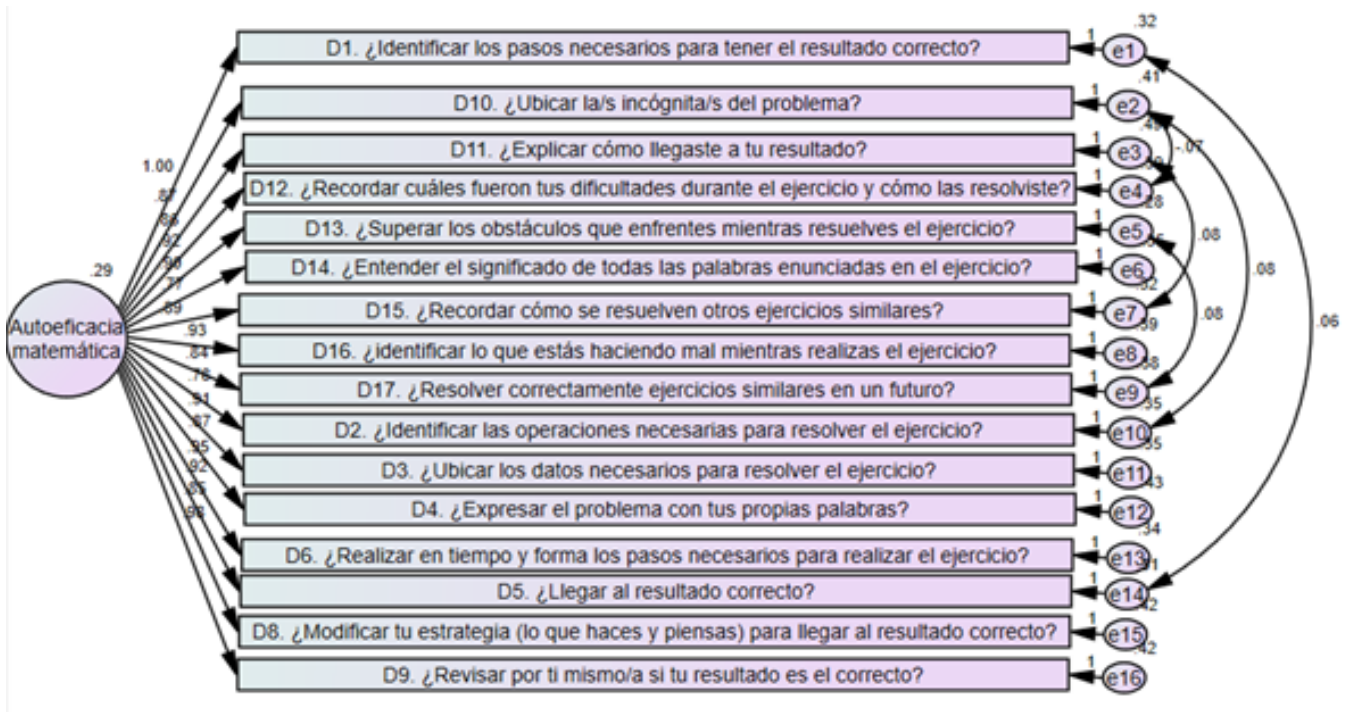
*Nota.* Elaboración propia.

## Análisis factorial confirmatorio

Luego del análisis factorial exploratorio, se realizó un análisis confirmatorio que arrojó índices de ajuste adecuados:  $\chi^2 = 159.925$  ( $gl = 99, p=.000$ ),  $CFI = 0.976$ ,  $TLI = 0.971$ ,  $RMSEA = 0.037$  con un intervalo de confianza del 90% (0.026, 0.47), y  $SRMR = 0.019$  (véase Figura 1). |

**Figura 1**

*Análisis confirmatorio del CreeA-Mat*



*Nota.* Elaboración propia.

### Calibración de los reactivos

Los reactivos pertenecientes a la escala, después del análisis factorial confirmatorio, fueron sometidos a un análisis de calibración, para conocer sus índices de discriminación y dificultad. En la Tabla 4 se presentan los índices de discriminación y dificultad de cada reactivo.

**Tabla 4**

*Índices de discriminación (bi) y dificultad (a) de los reactivos del CreeA-Mat*

Reactivo	a	EE	$b_1$	EE	$b_2$	EE	$b_3$	EE
D1	2.13	0.26	-2.21	0.17	-1.01	0.10	0.73	0.24
D10	1.57	0.21	-2.33	0.21	-0.74	0.12	1.33	0.30
D11	1.45	0.20	-2.18	0.20	-0.57	0.14	1.34	0.32
D12	1.58	0.22	-2.29	0.21	-0.97	0.11	1.15	0.29
D13	2.08	0.30	-2.41	0.21	-0.91	0.10	1.13	0.28
D14	1.56	0.23	-2.97	0.32	-0.85	0.11	1.29	0.31
D15	1.87	0.28	-2.47	0.24	-1.00	0.10	1.01	0.27

D16	1.74	0.27	-2.37	0.23	-0.80	0.10	1.01	0.28
D17	1.70	0.27	-2.36	0.24	-0.98	0.10	1.15	0.29
D2	1.58	0.26	-2.68	0.30	-1.14	0.11	1.23	0.31
D3	1.81	0.29	-2.57	0.27	-1.03	0.09	0.84	0.26
D4	1.51	0.25	-2.26	0.24	-0.65	0.11	1.40	0.33
D5	2.07	0.35	-2.52	0.27	-1.00	0.09	0.79	0.25
D6	1.84	0.33	-2.22	0.24	-0.86	0.09	1.14	0.30
D8	1.50	0.27	-2.46	0.30	-0.93	0.10	1.17	0.31
D9	1.73	0.32	-2.16	0.24	-0.86	0.09	0.90	0.27

*Nota.* Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la tabla, la dificultad de todos los reactivos de igual o mayor a 1.5, por lo que puede considerarse que tienen un nivel adecuado. Así mismo, los índices de discriminación entre las opciones de respuesta tienen una distribución aceptable, indicando que todos los reactivos discriminan entre valores bajos, medios y altos de la variable (Muñiz, 2018).

### Autoeficacia matemática y rendimiento en una actividad y en la materia

Para aportar otros índices de validez al instrumento y al estudio, se realizaron análisis de correlaciones y regresiones entre la autoeficacia matemática y la calificación de los estudiantes, tanto en el bimestre correspondiente al estudio como en la actividad que se les presentó. En la Tabla 5 se presentan las correlaciones entre calificación en la actividad, el bimestre y la autoeficacia para la actividad de matemáticas.

**Tabla 5**

*Correlaciones entre calificación en la actividad, el bimestre y la autoeficacia para la actividad de matemáticas*

	Calificación en actividad	Calificación en el bimestre del estudio	Autoeficacia Matemática
Calificación en la actividad de matemáticas	1	.421**	.283**
Calificación en el bimestre del estudio	.421**	1	.310**
Autoeficacia Matemática	.283**	.310**	1

*Nota.* \*\*= $p < .001$ .

Las regresiones indicaron que es poca la varianza explicada por la autoeficacia matemática tanto en la calificación en la actividad (8%,  $F(1,403)=35.07$ ,  $p=.000$ ) como en el bimestre del estudio (9.6%,  $F(1,446)=47.327$ ,  $p=.000$ ).

Los datos anteriores permiten concluir que el Cuestionario de Creencias de Autoeficacia para la Solución de Problemas Matemáticos (CreeA-Mat) es una medida válida y confiable para evaluar esta variable con estudiantes adolescentes hispanohablantes.

## CONCLUSIONES

Un proceso adecuado de diseño y validación de instrumentos psicológicos es esencial para la toma correcta de decisiones, con base en evidencia tanto teórica como empírica. El proceso de diseño y validación de un instrumento debe siempre incluir una validación cualitativa y otra cuantitativa, que permitan garantizar la confiabilidad y validez de los datos aún desde el diseño de los reactivos.

En este sentido, un buen instrumento de autoeficacia matemática tendría que, no sólo partir del concepto general de autoeficacia, sino también precisar tanto el tipo de autoeficacia que se pretende medir (creencias sobre la capacidad para llevar a cabo los procesos vs creencias sobre la capacidad para alcanzar productos o resultados), así como acotar el contexto en el que le va a medir, ya que no es lo mismo la autoeficacia para resolver un problema que para encontrar un resultado, así como no es igual la autoeficacia para matemáticas que para otras asignaturas (Grigg et al., 2018).

Actualmente, toda la educación básica se orienta principalmente a desarrollar la autonomía en las y los aprendices (SEP, 2023). Gran parte de esta autonomía se consigue al fomentar la capacidad para resolver problemas en la vida cotidiana; por tal motivo, que las y los estudiantes aprendan a resolver problemas matemáticos contextualizados se vuelve de vital importancia. De acuerdo con diversos autores, la solución de problemas matemáticos conlleva cuatro procesos esenciales: comprensión, estrategia, ejecución y revisión (Andrade y Narváez, 2017; Perales, 1993; Rico, 2007).

Si contrastamos las definiciones de expectativas de resultados (creencias de autoeficacia) y expectativa de eficacia (creencias atribucionales) (Bandura, 1997) con los procesos esenciales para la solución de problemas matemáticos, podemos ver que las expectativas de eficacia: qué tan capaz me siento de ejecutar exitosamente la conducta necesaria para obtener el resultado que deseo, se vinculan más con los procesos que con los resultados en la solución de un problema matemático. La claridad teórica a partir de la que se desarrolló el instrumento permitió encontrar los índices psicométricos tan favorables que se discuten a continuación.

Todos los reactivos del CreeA-Mat tienen una distribución de frecuencias adecuada, así como índices de asimetría y curtosis aceptables. Sin embargo, los índices de asimetría son negativos, por lo que existe un sesgo hacia los valores altos de la variable. Es decir, los estudiantes se sienten altamente autoeficaces para llevar a cabo los cuatro procesos esenciales de la solución de problemas. Este dato llama la atención si se contrasta con las correlaciones en el bimestre del estudio, la calificación en matemáticas y el propio puntaje de autoeficacia, que, aunque este último tendió a valores altos, no se asocia fuertemente con ninguna de las otras dos variables (aunque todas las correlaciones fueron significativas con una  $p$  menor a .001).

En gran variedad de estudios, la autoeficacia ha presentado una relación positiva significativa con el rendimiento académico medido a través de las calificaciones (Pajares et al., 2000), así como en puntajes obtenidos en actividades específicas (Zimmerman, 2002). Lo mismo fue encontrado en el presente estudio, pues la autoeficacia se correlacionó significativamente con la calificación en el bimestre del estudio y en la actividad de matemáticas, aunque las correlaciones fueron bajas y moderadas.

Lo anterior puede deberse a que, por un lado, la solución de problemas matemáticos no era el tema que se estaba revisando en clases al momento de la medición, lo cual puede constatar con la correlación moderada entre la calificación en el bimestre y la calificación en la actividad de matemáticas ( $r=.421$ ,  $p<.001$ ). Sin embargo, la correlación entre la actividad y la autoeficacia matemática fue la más baja ( $r=.283$ ,  $p<.001$ ), o sea que un alto nivel de autoeficacia en la solución de problemas matemáticos no lleva directamente a obtener el resultado correcto en el problema. Lo mismo puede constatar con la poca varianza explicada en los análisis de regresión.

Otro punto que llama la atención es que, si bien el instrumento se diseñó con cuatro dimensiones, los análisis factoriales tanto exploratorio como confirmatorio, arrojaron una organización unidimensional, con cargas factoriales altas (entre .600 y .720), índices de ajuste adecuados y un buen nivel de confiabilidad para toda la escala ( $\alpha=.90$ ). Esto sugiere que la autoeficacia para la solución de problemas matemáticos no se divide en procesos distintos, sino que la comprensión, estrategia, ejecución y revisión, son parte de un todo que explica en conjunto qué tan eficaz se siente un estudiante para llevar a cabo todos los procedimientos requeridos para la solución de un problema matemático. Esto nos lleva a concluir que, si quisiera explicarse el rendimiento académico en matemáticas a través de la autoeficacia, tendrían que tomarse en cuenta diversos aspectos: 1) que el instrumento distinga entre expectativas de eficacia y expectativas de resultados, 2) que el instrumento esté dirigido a una actividad específica, y 3) que el rendimiento se mida en relación con esa actividad en particular. Así mismo, tendrían que considerarse otras variables que también explican el rendimiento académico en esa actividad concreta, para medirlas y poder proponer un modelo explicativo más completo y comprensivo.

El presente artículo, además de presentar un instrumento apropiado para evaluar expectativas de eficacia matemática (qué tan capaz me siento de ejecutar las acciones necesarias para llegar a un resultado correcto), hace diversos aportes a la literatura. Primero, es una muestra de que no es necesario tener un gran número de reactivos para evaluar correctamente una variable. Más aún, en el caso de la autoeficacia, aunque los reactivos sean pocos, si son suficientemente específicos, permitirán a la persona respondiente identificar claramente si en qué punto de la escala de respuesta se encuentra para cada reactivo.

Por otro lado, es recomendable que la aplicación del instrumento sea contingente con el dominio de autoeficacia que se pretende medir, para asegurar la validez y generalización de los resultados. Los datos presentados aquí, muestran que no es lo mismo favorecer las expectativas de eficacia que de resultados. Por ende, si quien tomarse decisiones para mejorar, por ejemplo, el rendimiento académico en matemáticas, primero, habría que explorar cuál de los dos tipos ejerce mayor influencia sobre los resultados académicos para priorizar el desarrollo de la que tenga más impacto.

Para finalizar, se aporta información sobre la red nomológica de la autoeficacia y sus fuentes, que puede ser complementada con investigaciones futuras. Si bien aquí se evaluaron las creencias sobre la propia capacidad de ejecutar acciones específicas para la correcta solución de problemas matemáticos, podrían evaluarse también otras fuentes de autoeficacia (Bandura, 1997) como las emociones, las actitudes o el apoyo de pares o docentes, para continuar robusteciendo el estudio y, por ende, el conocimiento de esta variable tan representativa en el aprendizaje.

## REFERENCIAS

- Alanoglu, M. (2022). The role of instructional leadership in increasing teacher self-efficacy: a meta-analytic review. *Asia Pacific Education Review*, 23, 233–244. <https://doi.org/10.1007/s12564-021-09726-5>
- Albanese, A.M., Russo, G.R., & Geller, P.A. (2019). The role of parental self-efficacy in parent and child well-being: A systematic review of associated outcomes. *Child: Care, health and development*, 45(3), 333–363. <https://doi.org/10.1111/cch.12661>
- Andrade, E., & Narváez, L. (2017). Competencias de resolución de problemas matemáticos mediadas por estrategias de comprensión lectora en estudiantes de educación básica. *Assensus*, 2(3), 9-28.
- Aravena-Bauzá, A., & San Martín, C. (2020). ¿Para qué planificar y enseñar matemática?: una oportunidad para contribuir a la sustentabilidad, al desarrollo de la autonomía y avanzar en temas de inclusión. *Revista de Innovación e Investigación para la Docencia en Educación Inicial (RIIDEI)*, 3, 6-20. <http://repositorio.umayor.cl/xmlui/handle/sibum/8836>
- Arteaga-Martínez, B., Macías, J., & Pizarro, N. (2020). Representation in the solution of mathematical problems: an analysis of metacognitive strategies of secondary education students. *Uniciencia*, 34(1), 263-280. <https://doi.org/10.15359/ru.34-1.15>
- Ayllón, S., Alsina, Á., & Colomer, J. (2019) Teachers' involvement and students' self-efficacy: Keys to achievement in higher education. *PLOS ONE* 14(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216865>
- Bernales-Turpo, D., Quispe-Velasquez, R., Flores-Ticona, D., Saintila, J., Ruiz Mamani, P. G., Huacahuaire-Vega, S., Morales-García, M., & Morales-García, W. C. (2022). Burnout, Professional Self-Efficacy, and Life Satisfaction as Predictors of Job Performance in Health Care Workers: The Mediating Role of Work Engagement. *Journal of primary care & community health*, 13. <https://doi.org/10.1177/21501319221101845>
- Betz, N. E., & Hackett, G. (1983). The relationship of mathematics self-efficacy expectations to the selection of science-based college majors. *Journal of Vocational Behavior*, 23(3), 329–345. [https://doi.org/10.1016/0001-8791\(83\)90046-5](https://doi.org/10.1016/0001-8791(83)90046-5)

- Carrillo, B., Sánchez, M. & Leenen, I. (2020). El concepto moderno de validez y su uso en educación médica. *Investigación en educación médica*, 9(33), 98-106.  
<https://doi.org/10.22201/facmed.20075057e.2020.33.19216>
- Cuevas, M., & Berou, M. (2016). Students' Mathematics Self-Efficacy and Anxiety as Correlates to Academic Performance. *University of Bohol Multidisciplinary Research Journal*, 4, 1-18.  
<https://www.semanticscholar.org/paper/Students%E2%80%99-Mathematics-Self-Efficacy-and-Anxiety-as-Cuevas-Berou/62bd5a602c2b1b8efbb15895c9a324177ddf970c>
- Grigg, S., Perera, H., McIlveen, P., & Svetleff, Z. (2018). Relations among math self efficacy, interest, intentions, and achievement: A social cognitive perspective. *Contemporary Educational Psychology*, 53, 73-86.  
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2018.01.007>
- Handtke, K., & Bögeholz, S. (2020). Arguments for Construct Validity of the Self-Efficacy Beliefs of Interdisciplinary Science Teaching (SElf-ST) Instrument. *European Journal of Educational Research*, 9(4), 1435-1453. 10.12973/eu-jer.9.4.1435
- Klieme, K., & Schmidt-Borcherding, F. (2023). Lacking measurement invariance in research self-efficacy: Bug or feature? *Frontiers in Education*, 8, 1-14.  
<https://doi.org/10.3389/educ.2023.1092714>
- Livinți, R., Gunnesch-Luca, G., & Iliescu, D. (2021) Research self-efficacy: A meta-analysis. *Educational Psychologist*, 56(3), 215-242. 10.1080/00461520.2021.1886103
- Llerena-Vivanco, O. (2021). Resolución de problemas matemáticos para desarrollar el pensamiento crítico en estudiantes de educación primaria. *Maestro y Sociedad*, 19(1), 458-468.  
<https://maestrosociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/5513>
- May, D. (2009). Mathematics Self-Efficacy and Anxiety Questionnaire [Tesis de doctorado no publicada]. Universidad de Georgia.  
[https://getd.libs.uga.edu/pdfs/may\\_diana\\_k\\_200908\\_phd.pdf](https://getd.libs.uga.edu/pdfs/may_diana_k_200908_phd.pdf)
- Medrano-Ureña, M.d.R.; Ortega-Ruiz, R.; Benítez-Sillero, J. (2020). Physical Fitness, Exercise Self-Efficacy, and Quality of Life in Adulthood: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17), 1-19.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph17176343>
- Muñiz, J. (2005). La validez desde una óptica psicométrica. *Acta Comportamental: Revista Latina de Análisis de Comportamiento*, 13(1), 9-20.  
<https://revistas.unam.mx/index.php/acom/article/view/14538>
- Muñiz, J. (2018). *Introducción a la Psicometría: Teoría Clásica y TRI*. Pirámide.



- Perales, F. (1993). La resolución de problemas: una revisión estructurada. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2). 170-178.
- Rico, L. (2007). La competencia matemática en PISA. *PNA*, 1(2), 47-66.  
<https://doi.org/10.30827/pna.v1i2.6215>
- Schwarzer, R., & Jerusalem, M. (1995). General self-efficacy scale. En J. Weinman, S. Wright, & M. Johnston (Eds.), *Measures in health psychology: A user's portfolio. Causal and control belief* (pp. 35-37). NFER-NELSON.
- Secretaría de Educación Pública (2011). *Bloque I. Secundaria, 3er grado, Orientaciones didácticas y Planes de clase*. Gobierno de México.  
<https://www.gob.mx/sep/documentos/bloque-i-secundaria-3er-grado-orientaciones-didacticas-y-planes-de-clase>
- Secretaria de Educación Pública (2023). *Programas de Estudio para la educación preescolar, primaria y secundaria: Programas Sintéticos de las Fases 2 a 6*. Diario Oficial de la Federación DOF.  
[https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5698665&fecha=15/08/2023](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5698665&fecha=15/08/2023)
- Shim, J. S., Heo, J. E., & Kim, H. C. (2020). Factors associated with dietary adherence to the guidelines for prevention and treatment of hypertension among Korean adults with and without hypertension. *Clinical Hypertension*, 26(5), 1-11.  
<https://doi.org/10.1186/s40885-020-00138-y>
- Sun, T., Wang, C., Lambert, R., & Liu, L. (2021). Relationship between second language English writing self-efficacy and achievement: A meta-regression análisis. *Journal of Second Language Writing*, 53. <https://doi.org/10.1016/j.jslw.2021.100817>.
- Terroba, M., Ribera, J. M., & Lapresa, D. (2021). Cultivando el talento matemático en Educación Infantil mediante la resolución de problemas para favorecer el desarrollo del pensamiento computacional. *Contextos Educativos. Revista De Educación*, (28), 65-85 65–85. <https://doi.org/10.18172/con.5008>
- Valltiera, A., & Castillo, K. (2022). Plan para el fortalecimiento de la competencia matemática: una propuesta de intervención en el nivel medio superior. En Z. Valdespino y M. A. Miramontes (Eds.), *Una mirada reflexiva de los procesos educativos* (pp. 143-170). Universidad Autónoma de Baja California.  
[https://www.uabchumanidades.com/\\_files/ugd/d37dc4\\_6109efc32b4842f788bc5f863c70cff6.pdf#page=143](https://www.uabchumanidades.com/_files/ugd/d37dc4_6109efc32b4842f788bc5f863c70cff6.pdf#page=143)