

Activación cognitiva, disposiciones individuales y competencia matemática en PISA 2022: relaciones lineales y no lineales

Responsable del estudio:
Alvaro Darcourt

En caso de consultas sobre
este artículo, escribir a:
medicion@minedu.gob.pe

Ministerio de Educación del Perú
Calle del Comercio 193, San Borja
Hecho el Depósito Legal en la
Biblioteca Nacional del Perú
N.º 2025-03182
Primera edición digital
Junio, 2025

Resumen: Perú participó en el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés) por sexta vez en el año 2022. La medida promedio de los estudiantes peruanos de 15 años en la prueba de Matemática se ubicó 81 puntos por debajo del promedio de los países OCDE y no alcanzó el punto de corte que señala el inicio del desarrollo de dicha competencia. De hecho, solo el 33,8 % de los estudiantes peruanos superaron dicho punto de corte, lo cual supuso una disminución en relación con lo observado en 2018 (39,7 %). Estos resultados evidenciaron la necesidad de identificar aquellos factores que ayudan a promover el desarrollo de la competencia matemática. En este contexto, el presente estudio examinó las relaciones entre aspectos pedagógicos y disposiciones individuales con la competencia matemática de los estudiantes peruanos que participaron en PISA 2022 ($N = 6968$). Para ello, se emplearon modelos de regresión que incorporaron el diseño muestral y las características metodológicas de la prueba PISA. Entre otros resultados, se encontró una asociación no lineal y negativa entre la activación cognitiva y el puntaje en la prueba de Matemática. Además, la mayoría de las disposiciones hacia la matemática (creencias, actitudes, emociones y conductas) se relacionaron con la competencia matemática de la manera esperada. Estos y otros resultados del estudio son analizados y discutidos a la luz de sus implicancias para la toma de decisiones en el sistema educativo.

Palabras clave: PISA, matemática, activación cognitiva, factores asociados, evaluación a gran escala.

Citar esta publicación de la siguiente manera:

Ministerio de Educación del Perú. (2025). *Activación cognitiva, disposiciones individuales y competencia matemática en PISA 2022: relaciones lineales y no lineales* (Estudios Breves N.º 16). Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes.

Introducción

La competencia matemática consiste en la capacidad para razonar matemáticamente, así como para formular, emplear e interpretar la matemática con el fin de resolver problemas de la vida real (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2023). Esta competencia requiere el empleo de conceptos, procedimientos, datos y herramientas que hacen posible describir, explicar y predecir fenómenos. De esta forma, la competencia matemática ayuda a las personas a conocer el rol que la matemática tiene en el mundo, así como a tomar decisiones y emitir juicios informados como ciudadanos del siglo XXI (OECD, 2023).

Perú participó en el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA)¹, por sus siglas en inglés) por sexta vez en 2022. Esta edición de PISA hizo énfasis en la evaluación de la competencia matemática en estudiantes de 15 años. Ello supuso la inclusión de un mayor número de preguntas orientadas a recoger información detallada sobre aquellos aspectos que conforman esta competencia (OECD, 2023). Adicionalmente, para contextualizar los resultados obtenidos se recabó información adicional a través de cuestionarios dirigidos a los estudiantes, padres de familia, docentes y directores.

Desarrollo de la competencia matemática de los estudiantes peruanos

La medida promedio obtenida por los estudiantes peruanos de 15 años en Matemática² (391) se ubicó 81 puntos por debajo del promedio de los países OCDE (472) y no alcanzó el punto de corte (420) correspondiente al nivel 2, el cual señala el inicio del desarrollo de dicha competencia³ (Minedu, 2024d). De hecho, solo el 33,8 % de los estudiantes peruanos lograron superar dicho punto de corte, cifra que supuso una disminución respecto de lo observado en 2018 (39,7 %).

Estos resultados coinciden con la tendencia observada a nivel internacional. De los 72 sistemas educativos que participaron en PISA 2022, la mayoría redujeron su medida promedio (Minedu, 2024d) respecto de PISA 2018. En consonancia con esto, el promedio de los países OCDE mostró una disminución no solo en los resultados de la prueba de Matemática, sino también en los de Lectura y Ciencia. Algo similar ocurrió en Latinoamérica, región en la que la mayoría de los países disminuyeron su rendimiento promedio (Minedu, 2024d). Considerando

¹Programme for International Student Assessment.

²Se emplea el término “Matemática” (con “M” en mayúscula) para hacer referencia al área curricular y a la prueba utilizada en PISA 2022. Por su parte, el término “matemática” (con “m” en minúscula) hace referencia al campo de conocimiento matemático.

³PISA emplea ocho niveles de desempeño con el fin de facilitar la interpretación de los puntajes de habilidad obtenidos por los estudiantes en la prueba de Matemática. Estos niveles están delimitados por puntos de corte y expresan diferencias cualitativas en la habilidad de los estudiantes al rendir la evaluación. En cada una de las tres competencias principales evaluadas en PISA 2022 (Matemática, Lectura y Ciencia), el nivel 2 es considerado el nivel básico de competencia que los estudiantes requieren para participar de manera plena en la sociedad (Ministerio de Educación del Perú [Minedu], 2024d; OECD, 2023).

que el 2022 es el primer ciclo de PISA que tuvo lugar luego de la pandemia de la COVID-19, y que los resultados de dicho estudio reflejan una caída global en las tres competencias evaluadas, es posible hipotetizar que los cambios observados sean consecuencia de dicha pandemia.

Independientemente del contexto global, el resultado obtenido por Perú en la prueba de Matemática de PISA 2022 evidencia que, cerca del término de su escolaridad, el estudiante peruano promedio logra “responder preguntas que involucran contextos simples donde toda la información necesaria está presente y las preguntas están claramente definidas” o “realizar acciones que son obvias o que requieren una síntesis mínima de información, pero en todos los casos las acciones se derivan claramente de los estímulos dados” (Minedu, 2024d, p. 36). Esto significa que más de la mitad de los estudiantes peruanos se acercan al final de su escolaridad sin haber alcanzado un pleno desarrollo de aquellas habilidades matemáticas que, según la OECD (2023), les permitirán participar en la sociedad y afrontar con éxito los desafíos de la vida adulta.

Si bien los resultados de Perú en PISA 2022 reflejan importantes desafíos aún pendientes en el desarrollo de competencias fundamentales como la matemática, es posible identificar algunos aspectos que permiten mantener el optimismo. Por un lado, Perú es el país latinoamericano con la mayor tendencia promedio de crecimiento en Matemática entre los ciclos 2009 y 2022 en PISA (Minedu, 2024d). Por otro lado, esta tendencia positiva ha acercado el rendimiento de los estudiantes peruanos al de Chile y Uruguay (Minedu, 2024d). Por ello, resulta de especial interés conocer aquellos factores del estudiante, del aula y del contexto escolar que inciden en el desarrollo de la competencia matemática con la finalidad de poder identificar oportunidades de mejora en las distintas instancias y actores que intervienen en el proceso educativo (docentes, formadores de docentes, currículo, etc.).

En este contexto, el presente estudio explora los factores asociados al desarrollo de la competencia matemática de los estudiantes peruanos a partir de los datos proporcionados por PISA 2022. En específico, se profundiza en los procesos del aula y en las disposiciones individuales del estudiante (creencias, actitudes, emociones y comportamientos), los cuales han sido identificados por la literatura relevante como claves para el aprendizaje en matemática. Adicionalmente, se analiza en qué medida el uso intensivo y exclusivo de determinadas estrategias pedagógicas podría resultar contraproducente para el desarrollo de la competencia matemática.

Aspectos que inciden en el desarrollo de la competencia matemática

De acuerdo con el campo de la investigación en eficacia educativa, los procesos a nivel del aula resultan cruciales para explicar tanto el desempeño académico como el desarrollo de actitudes, creencias y afectos favorables hacia áreas curriculares específicas (Creemers y Kyriakides, 2007). Entre estos procesos, caben destacar las estrategias pedagógicas (por ejemplo: centradas en el docente o en el estudiante, así como la activación cognitiva) y los

contextos de aprendizaje (por ejemplo: el clima de disciplina en el aula y la relación entre estudiantes y docentes). A continuación, se describen aquellos procesos relacionados con la calidad de la enseñanza que, según la literatura, resultan claves para el desarrollo de la competencia matemática. Complementariamente, se describen distintas actitudes, creencias y afectos relacionados con la matemática que cumplen también un rol clave en el desarrollo de dicha competencia.

Las dimensiones de la calidad de la enseñanza: el modelo triárquico

La calidad de la enseñanza constituye un aspecto crucial para el aprendizaje y la motivación de los estudiantes (Baumert *et al.*, 2013; Yi y Lee, 2017; Zhang *et al.*, 2021). Un modelo que ha hecho especial énfasis en los procesos del aula con el fin de comprender el desarrollo de la competencia matemática es el modelo triárquico de las dimensiones de la calidad de la enseñanza (Klieme *et al.*, 2009). De acuerdo con este modelo, son tres los aspectos o dimensiones que inciden directamente en el aprendizaje de los estudiantes, tanto a nivel individual como grupal: (1) el clima del aula, (2) la gestión estructurada del aula y (3) la activación cognitiva.

La primera dimensión del modelo triárquico se corresponde con un *clima facilitador del aula*, el cual comprende estrategias de enseñanza centradas en el estudiante, la retroalimentación constructiva y una aproximación diferenciada al aprendizaje de cada alumno (Brophy, 2000; Stefanou *et al.*, 2004). Para ello, resulta clave que existan pocas conductas disruptivas durante la sesión de clase, así como un ambiente seguro y ordenado que permita tanto al docente como a sus estudiantes dedicarse a actividades de aprendizaje significativo (Lipowsky *et al.*, 2009). Existe evidencia de que un adecuado clima del aula favorece el aprendizaje, y que es un requisito crucial para la adecuada implementación de enfoques de enseñanza centrados en el estudiante (Matsumura *et al.*, 2008).

La segunda dimensión está relacionada con la primera y hace referencia a una *gestión estructurada del aula*. Una sesión de aprendizaje adecuadamente planificada y estructurada es un requisito indispensable para que los estudiantes puedan dedicar tiempo a su aprendizaje y, con ello, desarrollen y complejicen su comprensión sobre la matemática (Baumert *et al.*, 2010; Klieme *et al.*, 2009). Existe evidencia de que una adecuada gestión del aula se asocia no solo con mayores logros de aprendizaje por parte de los estudiantes (Lipowsky *et al.*, 2009) sino que es también una condición necesaria para la implementación exitosa de estrategias de enseñanza como la activación cognitiva (Baumert *et al.*, 2010).

La tercera dimensión es la *activación cognitiva*, estrategia pedagógica inscrita en el paradigma constructivista. La activación cognitiva enfatiza la comprensión conceptual y el establecimiento de conexiones entre datos, ideas y representaciones matemáticas, con el objetivo de involucrar a los estudiantes en procesos de pensamiento de orden superior (Lipowsky *et al.*, 2009). Para tal fin, el docente busca desafiar las creencias de los estudiantes,

asignando tareas que no cuentan con una respuesta única y promoviendo que estos expliquen, evalúen y comparen sus estrategias con las soluciones obtenidas (Baumert *et al.*, 2010; Lipowsky *et al.*, 2009). Finalmente, la activación cognitiva constituiría la dimensión crucial de la calidad de la enseñanza matemática, integrando aspectos clave como el uso de actividades y tareas desafiantes, la activación de conocimientos previos, el discurso relacionado con el contenido y el empleo de prácticas participativas (Klieme *et al.*, 2009).

La activación cognitiva y la competencia matemática

La activación cognitiva se ha asociado positivamente con el desempeño matemático en estudios realizados en aulas (Shayer y Adhami, 2007) y en evaluaciones de gran escala, internacionales (Burge *et al.*, 2015; Fauth *et al.*, 2014; Yi y Lee, 2017) y nacionales (Minedu, 2023). Así, con datos de PISA 2012, se ha encontrado que las relaciones positivas entre activación cognitiva y desempeño en la prueba de Matemática tienen lugar tanto a nivel individual (Burge *et al.*, 2015; Yi y Lee, 2017) como agregado (Fauth *et al.*, 2014); es decir, ocurren tanto a nivel del estudiante como del aula. Asimismo, las prácticas de activación cognitiva han mostrado promover el desarrollo cognitivo matemático de los estudiantes (Shayer y Adhami, 2007).

La relevancia de la activación cognitiva para el desarrollo de aprendizajes en el área de Matemática se explicaría por su carácter adaptativo a las particularidades de los estudiantes, por su énfasis en el aprendizaje colaborativo y específico del dominio, así como por el reto que implica para los estudiantes enfrentarse a situaciones inciertas y tener que justificar las respuestas que consiguen (Houtveen *et al.*, 1999; Seidel y Shavelson, 2007).

Sin embargo, existe también evidencia de que la asociación entre la activación cognitiva y la competencia matemática es más compleja de lo previsto. En un estudio realizado con datos de PISA 2012, se encontró que la asociación entre activación cognitiva y competencia matemática seguía una tendencia no lineal (cuadrática y negativa, en forma de “u” invertida) en 55 de los 62 sistemas educativos que participaron en la evaluación (Caro *et al.*, 2016). Este hallazgo sugiere que la asociación entre activación cognitiva y competencia matemática es inicialmente positiva; sin embargo, a medida que aumenta la frecuencia con que el docente emplea dicha práctica pedagógica, el efecto positivo empieza a disminuir. Cabe agregar que este hallazgo es bastante similar al de la relación no lineal (también cuadrática y negativa) reportada entre la enseñanza basada en la indagación (práctica pedagógica constructivista) y el desempeño en Ciencia en PISA 2015 con datos nacionales (Minedu, 2020).

Además de los procesos a nivel del aula, existen aspectos disposicionales de los estudiantes que se asocian y podrían influir en su desempeño, tales como creencias, actitudes y emociones relacionadas con la matemática. A continuación, se definen algunos de ellos desde

la teoría de expectativa-valor (Wigfield y Eccles, 2000) y se reportan resultados empíricos que resaltan su relevancia para el desarrollo de la competencia matemática.

Disposiciones del estudiante que inciden en el desarrollo de la competencia matemática: la teoría de expectativa-valor

Junto con los procesos pedagógicos que tienen lugar en el aula, los aspectos disposicionales de los estudiantes cumplen un rol clave en el aprendizaje de la matemática. Distintos marcos teóricos permiten comprender el rol de estas disposiciones en el desarrollo de dicha competencia. Uno de ellos es la teoría de expectativa-valor, la cual sostiene que las creencias de habilidad (relacionadas con el éxito esperado), el valor intrínseco y el valor de utilidad adjudicados son los mejores predictores del interés y el grado de involucramiento de un individuo en una tarea (Wigfield y Eccles, 2000). A continuación, se describen estos tres aspectos desde el marco de la teoría de expectativa-valor.

Las *creencias de habilidad* reflejan el grado en que un individuo considera que es competente en un tema o materia (Wigfield y Eccles, 2000). Estas creencias pueden operacionalizarse de diversas maneras; por ejemplo: a través de la confianza, el autoconcepto o la autoeficacia (Guo *et al.*, 2017). Existe evidencia de que el autoconcepto se asocia positivamente con el rendimiento académico (Breit *et al.*, 2025; Marsh y Martin, 2011) y que la relación entre ambos es recíproca: un estudiante que confía más en su capacidad para el aprendizaje suele tener un mejor rendimiento académico, el cual termina reforzando dicha autoconfianza. Respecto de las creencias de habilidad relacionadas con la matemática, también se han encontrado asociaciones con otros resultados educacionales, tales como la intención de elegir una carrera profesional relacionada con la matemática; esta asociación incluso ha mostrado ser más robusta que la registrada con el rendimiento en matemática (Goldman y Penner, 2016).

Por otro lado, se han reportado diferencias según sexo en el autoconcepto matemático de los adolescentes. Por un lado, en la mayoría de los países participantes en el Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias (TIMSS⁴, por sus siglas en inglés) 2003 y 2007, los estudiantes hombres reportaron contar con un mayor autoconcepto que sus pares mujeres (Goldman y Penner, 2016). La diferencia en autoconcepto matemático a favor de los hombres ha sido replicada en otros estudios (Fredricks y Eccles, 2002; Skaalvik y Skaalvik, 2004) y ha mostrado persistir a lo largo de la educación secundaria en países como Australia, Estados Unidos y Alemania (Nagy *et al.*, 2010).

El segundo aspecto es el *valor intrínseco* de un tema, el cual refleja el disfrute e interés que una persona experimenta al realizar actividades relacionadas con este (Eccles, 2005). La valoración intrínseca de la matemática, por ejemplo, es un predictor del involucramiento en dicha materia durante los últimos años de la escolaridad (Watt *et al.*, 2012). Algo similar ocurre con la

⁴Trends in International Mathematics and Science Study

ciencia (área curricular temáticamente relacionada con la matemática): datos provenientes de 57 países mostraron que su disfrute es un mediador en la relación entre el conocimiento científico y la intención de estudiar una carrera científica (Ainley y Ainley, 2011). En esta línea, se ha encontrado que aquellos estudiantes con un alto autoconcepto científico cuentan con menos probabilidades de aspirar a una carrera relacionada con la ciencia si su valor intrínseco (es decir, el interés y el disfrute derivados) es bajo (Guo *et al.*, 2017).

A diferencia de lo que ocurre con el autoconcepto, las diferencias según sexo en el valor intrínseco de la matemática suelen ser menos consistentes. Algunos estudios han encontrado que las mujeres expresan niveles más bajos de disfrute por la matemática que sus pares hombres (Nagy *et al.*, 2010), mientras que otros han reportado que esta diferencia aparece solo en algunos países y son, por lo tanto, adjudicables a la influencia de los sistemas y contextos educativos (Watt *et al.*, 2012). Finalmente, existe evidencia de que el disfrute por la matemática disminuye durante el séptimo grado en los adolescentes holandeses (Ahmed *et al.*, 2013) y entre los grados séptimo y octavo entre los adolescentes alemanes (Frenzel *et al.*, 2010). Este declive en el disfrute matemático estaría vinculado con la disminución general de la motivación y la autoconfianza académica que suele tener lugar durante este período del desarrollo individual (Ahmed *et al.*, 2013).

El tercer aspecto es el *valor de utilidad* de la matemática, el cual refleja el grado en que esta es considerada útil e importante en contextos extraescolares (Wigfield y Eccles, 2000). Un predictor importante del valor de utilidad de la matemática es el soporte percibido en esta materia por parte de los padres y docentes (Chouinard y Roy, 2008). El valor de utilidad es un predictor de la intención de seguir una carrera relacionada con la matemática en estudiantes mujeres de secundaria (Watt *et al.*, 2012). Además, en contraste con lo que ocurre para el valor intrínseco y las creencias de habilidad, no se suelen registrar mayores diferencias en el valor de utilidad de la matemática según el sexo de los estudiantes (Jacobs *et al.*, 2002).

Además de las variables pertenecientes a los tres componentes de la teoría de expectativa-valor (creencias de habilidad, valor intrínseco y valor de utilidad), existen otras que, sin necesariamente estar emparentadas con ellos, sí guardan cierta relación. Tal es el caso de la mentalidad de crecimiento, la ansiedad matemática y el comportamiento proactivo en el estudio de la matemática (todas, variables incluidas en el cuestionario contextual del estudiante de PISA 2022).

Por un lado, la mentalidad de crecimiento, la creencia de que la inteligencia y las habilidades pueden desarrollarse mediante el esfuerzo (Dweck, 2006), ha mostrado relacionarse con el rendimiento en matemática a través de la motivación intrínseca (Dong *et al.*, 2023). En tal medida, la mentalidad de crecimiento no solo reflejaría una mayor presencia de creencias de habilidad, sino que favorecería el rendimiento en matemática cuando esta tiene un valor intrínseco para el estudiante. Por su parte, la ansiedad matemática, entendida como el miedo y la preocupación provocada por estímulos y situaciones matemáticas (Richardson y Suinn, 1972), se ha asociado negativamente con la matemática en

distintos metaanálisis (Barroso *et al.*, 2021; Hembree, 1990; Ma, 1999). Al respecto, resulta posible pensar que el miedo y la preocupación hacia la matemática reflejan creencias de habilidad negativas. Finalmente, con relación al comportamiento proactivo en el estudio de la matemática, variable que refleja el involucramiento de los estudiantes en actividades que requieren esfuerzo y persistencia (OECD, 2024), se ha encontrado que dicho involucramiento predice el rendimiento matemático tras controlar por el rendimiento previo (Putwain *et al.*, 2018).

Si bien los tres aspectos disposicionales descritos (creencias de habilidad, valor intrínseco y valor de utilidad) suelen asociarse positivamente con la competencia matemática, algunas investigaciones han reportado resultados mixtos. Por un lado, en un metaanálisis orientado a identificar los predictores del desempeño en la prueba de Matemática a lo largo de todas las ediciones de PISA, se encontró que la autoeficacia matemática se asociaba positivamente con la competencia matemática en 18 de los 19 estudios examinados (Wang *et al.*, 2023). Con relación a la motivación intrínseca e instrumental, los estudios incluidos en el metaanálisis mostraron resultados mixtos o contradictorios entre sí. Además, dos estudios que utilizaron datos de Turquía en diferentes ciclos de PISA arrojaron resultados contradictorios (negativos o no significativos) sobre la asociación entre motivación y desempeño matemático (Wang *et al.*, 2023). Finalmente, resultados publicados con datos peruanos de PISA 2012 mostraron que tanto la motivación intrínseca (relacionada con el valor intrínseco) como la autoeficacia y el autoconcepto matemáticos (relacionados ambos con las creencias de habilidad) predecían significativamente los puntajes en Matemática (Minedu, 2016). Más aún, se encontró evidencia que sugiere que incrementar los niveles de motivación intrínseca resulta promisorio para reducir la brecha en los puntajes en Matemática entre estudiantes mujeres y hombres.

Activación cognitiva y disposiciones del estudiante hacia la matemática

Como se ha señalado, existe evidencia proveniente de evaluaciones estandarizadas de gran escala según la cual el uso de la activación cognitiva en el aula favorece el desarrollo de la competencia matemática, al menos hasta cierto punto. En otras palabras, el uso excesivo (y, probablemente, exclusivo) de dicha práctica pedagógica sería contraproducente.

Pese a ello, la activación cognitiva ha mostrado relacionarse con disposiciones de los estudiantes hacia la matemática. Por ejemplo, a partir de datos de una evaluación nacional de logros de aprendizaje aplicada a estudiantes de cuarto grado en China, se encontró que la activación cognitiva se asocia positivamente con la autoeficacia matemática y negativamente con la ansiedad matemática (Liu *et al.*, 2022). Por otro lado, con datos de estudiantes surcoreanos que participaron en PISA 2012, Yi y Lee (2017) se encontró que la activación cognitiva influye positiva y significativamente en el autoconcepto y el interés por la matemática, e indirectamente en el desempeño matemático a través de ambas variables.

Tomados en conjunto, estos resultados sugieren que el empleo de tareas desafiantes y vinculadas con el día a día promueve tanto la motivación y autoconfianza de los estudiantes en relación con la matemática como el desarrollo de dicha competencia. Asimismo, podría ser una manera eficaz de promover el involucramiento e interés por la matemática entre aquellos estudiantes de bajo rendimiento.

Objetivos de investigación

Los resultados de Perú en la prueba de Matemática de PISA 2022 reflejan desafíos aún pendientes en el desarrollo de esta competencia. Sin embargo, la tendencia de crecimiento observada entre 2009 y 2022 ha acercado el desempeño de Perú al de los países con mejor desempeño en la región, y es un motivo para mantener el optimismo. Resulta indispensable tomar medidas para desarrollar esta competencia entre los estudiantes peruanos. Las medidas deben considerar aquellos aspectos que inciden en el desarrollo de la competencia matemática, entre los cuales destacan la calidad de la enseñanza docente, así como la motivación de los estudiantes por aprenderla.

La literatura mencionada hasta aquí sobre las relaciones entre procesos de calidad de la enseñanza y competencia matemática puede sintetizarse de la siguiente manera. Primero, la activación cognitiva favorecería el desarrollo de conocimientos y habilidades matemáticas; sin embargo, su uso de forma frecuente y exclusiva (por ejemplo, en ausencia de estrategias pedagógicas centradas en aspectos conceptuales y fácticos) podría generar una demanda excesiva sobre los recursos cognitivos de los estudiantes, lo que resultaría excesivamente desafiante y exigente para un aprendizaje óptimo. En tal sentido, resulta relevante evaluar si la relación entre activación cognitiva y desempeño de los estudiantes peruanos en la prueba de Matemática de PISA 2022 sigue una tendencia lineal o no lineal (objetivo 1).

Además, las disposiciones favorables hacia la matemática suelen asociarse positivamente con el desempeño en dicha competencia; no obstante, existe evidencia internacional con datos de PISA que también muestra asociaciones negativas o no significativas entre disposiciones y competencia matemática. De esta manera, es importante conocer en qué medida distintas disposiciones (creencias, actitudes, emociones y comportamientos) evaluadas en PISA 2022 predicen los puntajes en Matemática obtenidos por los estudiantes peruanos (objetivo 2).

Método

Participantes

La muestra estuvo conformada por 6968 estudiantes peruanos de 15 años que respondieron a la prueba de Matemática y al cuestionario del estudiante de PISA 2022. Esta muestra cuenta con representatividad a nivel nacional, de manera que los resultados obtenidos son generalizables al total de la población de estudiantes de 15 años en todo el país, así como según los estratos de sexo, tipo de gestión y área geográfica de la escuela. Para conocer mayores detalles de la muestra de estudiantes peruanos participantes en PISA 2022, se recomienda revisar Minedu (2024d).

Tabla 1

Distribución de la muestra según estratos

	Estrato	<i>N</i>	%
Sexo	Mujer	3474	50,0
	Hombre	3494	50,0
Gestión	Pública	5119	73,9
	Privada	1849	26,1
Área geográfica	Urbana	5748	82,5
	Rural	1220	17,5

Medición

En el presente estudio se emplearon variables estimadas sobre la base de las respuestas de los estudiantes en la prueba de Matemática y en los cuestionarios contextuales del estudiante de PISA 2022. Para estimar los valores de habilidad matemática, PISA empleó un modelo logístico híbrido que integra la teoría de respuesta al ítem (IRT⁵, por sus siglas en inglés) de dos parámetros (dificultad y discriminación) con el modelo Rasch para el análisis de los ítems dicotómicos, así como el modelo de créditos parciales generalizados (GPCM⁶, por sus siglas en inglés) para el análisis de los ítems politómicos.

Para el caso de los índices correspondientes a las actividades propiciadas por el docente de Matemática y las disposiciones hacia la matemática de los estudiantes, se emplearon también modelos de IRT, específicamente, el modelo logístico de dos parámetros para el análisis de los ítems dicotómicos y el modelo GPCM para los ítems con más de dos opciones de respuesta. Para más información sobre el proceso de escalamiento y los indicadores de validez, confiabilidad y ajuste psicométrico de las variables, se recomienda revisar el reporte técnico de PISA 2022 (OECD, 2024).

A continuación, se presentan las variables empleadas en el estudio, junto con sus definiciones operacionales.

⁵Item response theory.

⁶Generalized partial credit model.

Competencia matemática en PISA 2022

Puntaje en la prueba de Matemática⁷ (PV1MATH-PV10MATH)⁸. Medida continua que representa la habilidad matemática del estudiante mediante 10 valores plausibles⁹, los cuales permiten incorporar las características metodológicas del diseño de la prueba PISA. Los valores de esta medida son escalados para ajustarse a distribuciones próximas a la normal, con una media arbitraria de 500 y una desviación estándar de 100 (OECD, 2023).

Actividades propiciadas por el docente de Matemática

Activación cognitiva en matemática: fomentar el razonamiento (COGACRCO). Índice que refleja la frecuencia con que los estudiantes señalaron que sus docentes de Matemática realizaron actividades que fomentan el razonamiento matemático durante el presente año escolar (por ejemplo: “el profesor nos pidió resolver problemas matemáticos sin hacer cálculos”; “el profesor nos pidió que explicáramos nuestros razonamientos al momento de resolver un problema matemático”). Cada uno de los nueve ítems que conforman esta escala (ST285)¹⁰ contaba con cinco opciones de respuesta: “Nunca o casi nunca”, “Menos de la mitad de las clases”, “Cerca de la mitad de las clases”, “Más de la mitad de las clases”, “En cada clase o casi en todas”.

Activación cognitiva en matemática: fomentar el pensamiento matemático (COGACMCO). Índice que refleja la frecuencia con que los estudiantes señalaron que sus docentes de Matemática estimularon el pensamiento matemático durante el presente año escolar (por ejemplo: “el profesor nos pidió que pensáramos en problemas de la vida cotidiana que pudieran resolverse con los nuevos conocimientos matemáticos aprendidos”; “el profesor nos alentó a reflexionar sobre la resolución de un problema de la vida diaria utilizando la matemática”). Cada uno de los nueve ítems que conforman esta escala (ST283) contaba con cinco opciones de respuesta: “Nunca o casi nunca”, “Menos de la mitad de las clases”, “Cerca de la mitad de las clases”, “Más de la mitad de las clases”, “En cada clase o casi en todas”.

Clima disciplinario en matemática (DISCLIM). Índice que refleja la frecuencia con que los estudiantes señalaron que distintas situaciones ocurrieron en sus clases de Matemática (por ejemplo: “los estudiantes no escuchan lo que dice el profesor”; “los estudiantes se distraen porque otros estudiantes utilizan recursos digitales (p. ej., teléfonos inteligentes, sitios web, aplicaciones)”). Cada uno de los siete ítems que conforman esta escala (ST273) contaba con

⁷En la prueba de Matemática de PISA 2022, se evaluaron los *conocimientos* de cantidad; datos e incertidumbre; cambio y relaciones; y espacio y forma. También, se evaluaron los *procesos* de razonamiento matemático relacionados con formular, emplear, e interpretar y evaluar (Minedu, 2024d).

⁸Entre paréntesis, se muestran los nombres de las variables tal cual figuran en la base de datos de PISA 2022.

⁹Para mayor información sobre el uso de valores plausibles en PISA, se recomienda revisar el reporte técnico de PISA 2022 (OECD, 2024).

¹⁰Código de los ítems de la escala, tal como figuran en la base de datos de PISA 2022.

cuatro opciones de respuesta: “En todas las clases”, “En la mayoría de las clases”, “En algunas clases”, “Nunca o casi nunca”.

Disposiciones hacia la matemática

Mentalidad de crecimiento (GROSAGR). Índice que refleja el grado de acuerdo de los estudiantes con un conjunto de afirmaciones que reflejan creencias acerca de la maleabilidad de ciertos atributos personales (por ejemplo: “tu inteligencia es una característica que no puedes cambiar mucho”; “tu creatividad es una característica que no puedes cambiar mucho”). Cada uno de los cuatro ítems que conforman esta escala (ST263) contaba con cuatro opciones de respuesta: “Totalmente en desacuerdo”, “En desacuerdo”, “De acuerdo”, “Totalmente de acuerdo”.

Ansiedad matemática (ANXMAT). Índice que refleja el grado de acuerdo de los estudiantes con afirmaciones acerca de distintas actitudes hacia la matemática (por ejemplo: “a menudo me preocupa tener dificultades en las clases de Matemática”; “tengo miedo de reprobado Matemática”). Cada uno de los seis ítems que conforman esta escala (ST292) contaba con cuatro opciones de respuesta: “Totalmente de acuerdo”, “De acuerdo”, “En desacuerdo”, “Totalmente en desacuerdo”.

Autoeficacia matemática: matemática formal y aplicada (MATHEFF). Índice que refleja cuán confiados se sentían los estudiantes al realizar un conjunto de tareas de matemática formales y aplicadas (por ejemplo: “calcular el aumento en el precio de una computadora después de agregar los impuestos”; “resolver una ecuación del tipo: $2(x+3) = (x+3)(x-3)$ ”). Cada uno de los nueve ítems que conforman esta escala (ST290) contaba con cuatro opciones de respuesta: “Nada seguro”, “No muy seguro”, “Seguro de ti mismo”, “Del todo seguro”.

Autoeficacia matemática: razonamiento matemático y matemática del siglo XXI (MATHEF21). Índice que refleja cuán confiados se sentían los estudiantes al realizar un conjunto de tareas de razonamiento matemático y de matemática del siglo XXI (por ejemplo: “extraer información matemática de esquemas, gráficas o simulaciones”; “trabajar con sistemas matemáticos computarizados (p. ej., hojas de cálculo, software de programación, calculadoras gráficas)”). Otros ítems hicieron referencia al uso de conceptos estadísticos en la toma de decisiones y al uso de la matemática para enfrentar problemas cotidianos. Cada uno de los 10 ítems que conforman esta escala (ST291) contaba con cuatro opciones de respuesta: “Nada seguro”, “No muy seguro”, “Seguro de ti mismo”, “Del todo seguro”.

Comportamiento proactivo en el estudio de la matemática (MATHPERS). Índice que refleja la frecuencia con que los estudiantes se involucraron en actividades que reflejan esfuerzo y persistencia en relación con la matemática (por ejemplo: “participé activamente en discusiones grupales durante las clases de Matemática”; “puse esfuerzo en trabajar para la clase de Matemática”). Cada uno de los nueve ítems que conforman esta escala (ST293) contaba con cinco opciones de respuesta: “Nunca o casi nunca”, “Menos de la mitad del tiempo”, “Alrededor de la mitad del tiempo”, “Más de la mitad del tiempo”, “Todo o casi todo el tiempo”.

Variables de control

Características socioeconómicas y sociodemográficas. Se incluyeron las siguientes características del estudiante y de la escuela como variables de control en los modelos multivariados estimados: sexo (1 = hombre, 0 = mujer) e índice socioeconómico del estudiante (ISE), así como el tipo de gestión (1 = privada, 0 = pública), área (1 = rural, 0 = urbana) e ISE promedio (ISEP) de la escuela. Salvo el ISE y el ISEP, ambos índices continuos, el resto de las variables fueron categóricas.

Familiaridad subjetiva con los conceptos matemáticos (FAMCON). Índice que refleja la familiaridad reportada por los estudiantes en relación con diferentes conceptos matemáticos representativos de distintos niveles de habilidad o conocimiento matemático (por ejemplo: “divisor”, “función exponencial”, “geometría tridimensional”). Algunos de estos conceptos, sin embargo, eran ficticios. Cada uno de los doce ítems que conforman esta escala (ST289) contaba con cinco opciones de respuesta: “Nunca había escuchado hablar de esto”, “Escuché hablar de esto una o dos veces”, “Escuché hablar de esto algunas veces”, “Escuché hablar de esto con frecuencia”, “Comprendo y conozco bien el concepto”.

Análisis de datos

Estadísticos descriptivos

Se calcularon la media (M) y la desviación estándar (DE) de los puntajes en la prueba de Matemática y de los índices correspondientes a las actividades propiciadas por el docente de Matemática, así como de las disposiciones hacia la matemática de los estudiantes, todo esto desagregado según sexo, tipo de gestión y área geográfica. Para ello, se empleó la función *intsvy.mean* de la versión “2.9” del paquete *intsvy* (Caro y Biecek, 2017), del lenguaje R, versión “4.4.2” (R Core Team, 2023). También se calcularon diferencias de medias según los estratos mencionados utilizando una función *ad hoc* en R.

Modelos de factores asociados a la competencia matemática de los estudiantes

Para conocer la naturaleza (lineal o no lineal) y la magnitud de las asociaciones entre las actividades propiciadas por el docente de Matemática (objetivo 1), así como las disposiciones hacia la matemática de los estudiantes (objetivo 2) con la competencia matemática en PISA 2022, se estimaron modelos de regresión OLS mediante la función *intsvy.reg.pv* del paquete *intsvy* versión “2.9” (Caro y Biecek, 2017), del lenguaje R, en su versión “4.4.2” (R Core Team, 2023). Con dicha función, fue posible incorporar tanto la complejidad del diseño muestral de PISA 2022 (80 pesos replicados), como el diseño de la evaluación y la incertidumbre asociada con la estimación de la habilidad matemática de los estudiantes (10 valores plausibles)¹¹.

¹¹Los modelos que emplean pesos replicados no suelen arrojar los mismos resultados que aquellos obtenidos mediante modelos de regresión multinivel. Además, estos últimos suelen presentar errores estándar más altos que

Resultados

A continuación, se presentan los resultados del estudio. Primero, los resultados descriptivos de los puntajes de los estudiantes peruanos de 15 años en la prueba de Matemática, así como de los índices correspondientes a las actividades propiciadas por el docente de Matemática y a las disposiciones hacia la matemática, desagregados según sexo, tipo de gestión y área geográfica. Luego, se reportan los resultados de los modelos estimados con la finalidad de conocer el tipo de relación (lineal o cuadrática) entre ambos tipos de activación cognitiva y la competencia matemática (objetivo 1) y en qué medida las disposiciones hacia la matemática (objetivo 2) se relacionan con dicha competencia.

Estadísticos descriptivos

La tabla 2 muestra los puntajes en Matemática y en los índices empleados en el estudio según sexo del estudiante, así como según tipo de gestión y área geográfica de la escuela a la que asisten. Cabe recordar que la medida en la prueba de Matemática sigue una distribución próxima a la normal, con una media cercana a 500 y una desviación estándar cercana a 100; por su parte, los índices continuos siguen también una distribución cercana a la normal, con una media cercana a cero y una desviación estándar cercana a uno.

Examinando los puntajes según sexo, los estudiantes hombres obtuvieron puntuaciones más altas que sus pares mujeres en la prueba de Matemática, así como en los índices de mentalidad de crecimiento, ambas autoeficacias matemáticas (matemática formal y aplicada, y razonamiento matemático y matemática del siglo XXI), y familiaridad subjetiva con los conceptos matemáticos. Por su parte, las estudiantes mujeres mostraron puntajes más altos que sus pares hombres en los índices de activación cognitiva en matemática: fomentar el pensamiento matemático, clima disciplinario en matemática, ansiedad matemática y comportamiento proactivo en el estudio de la matemática.

Según gestión, los estudiantes que asisten a escuelas privadas obtuvieron puntajes más altos que sus pares de escuelas públicas en la prueba de Matemática, clima disciplinario en matemática, autoeficacia matemática (matemática formal y aplicada), y familiaridad subjetiva con los conceptos matemáticos. Por su parte, los estudiantes de escuelas públicas mostraron puntajes más altos en ambos tipos de activación cognitiva en matemática y en comportamiento proactivo en el estudio de la matemática.

Finalmente, en relación con el área geográfica, los estudiantes de escuelas urbanas obtuvieron puntajes más altos que sus pares de escuelas rurales en la prueba de Matemática y en los índices de mentalidad de crecimiento, ansiedad matemática y familiaridad subjetiva con

los primeros. Esto se debería a que los modelos de regresión multinivel no incorporan información relacionada con la estratificación en la estimación de los efectos aleatorios (Caro y Biecek, 2017). De esto se desprende que, para el caso de PISA 2022, las regresiones estimadas con el paquete *instvy* suponen una ventaja en comparación con las regresiones multinivel.

los conceptos matemáticos; complementariamente, los estudiantes de escuelas rurales mostraron puntajes más altos en activación cognitiva en matemática (fomentar el pensamiento matemático).

Tabla 2

Medias y desviaciones estándar de las variables utilizadas en el estudio según estratos

Variable	Sexo		Gestión		Área geográfica	
	Hombre <i>M (DE)</i>	Mujer <i>M (DE)</i>	Privada <i>M (DE)</i>	Pública <i>M (DE)</i>	Rural <i>M (DE)</i>	Urbana <i>M (DE)</i>
1. Competencia matemática	398,82* (80,38)	383,65 (74,58)	436,60* (74,83)	375,25 (72,48)	345,21 (60,40)	401,01* (77,70)
2. ACM: fomentar el razonamiento	0,38 (0,98)	0,42 (0,94)	0,33 (0,89)	0,43* (0,98)	0,46 (0,96)	0,39 (0,96)
3. ACM: fomentar el pensamiento matemático	0,72 (0,91)	0,84* (0,92)	0,55 (0,89)	0,87* (0,91)	0,98* (0,83)	0,75 (0,93)
4. Clima disciplinario en matemática	0,11 (0,84)	0,25* (0,77)	0,28* (0,77)	0,13 (0,81)	0,26 (0,74)	0,16 (0,82)
5. Mentalidad de crecimiento	0,36* (0,85)	0,22 (0,85)	0,29 (0,93)	0,29 (0,82)	0,19 (0,73)	0,30* (0,87)
6. Ansiedad matemática	0,37 (0,80)	0,70* (0,77)	0,51 (0,90)	0,54 (0,76)	0,42 (0,62)	0,55* (0,84)
7. AEFM: matemática formal y aplicada	-0,32* (1,00)	-0,61 (0,88)	-0,33* (0,96)	-0,52 (0,94)	-0,47 (0,82)	-0,46 (0,97)
8. AEFM: razonamiento matemático y matemática del siglo XXI	0,33* (0,85)	0,11 (0,80)	0,18 (0,85)	0,24 (0,82)	0,25 (0,74)	0,22 (0,85)
9. Comportamiento proactivo en el estudio de la matemática	0,14 (0,90)	0,21* (0,87)	0,09 (0,83)	0,21* (0,90)	0,25 (0,81)	0,16 (0,90)
10. Familiaridad subjetiva con los conceptos matemáticos	0,65* (1,60)	0,47 (1,44)	1,16* (1,54)	0,31 (1,47)	0,14 (1,30)	0,61* (1,56)

* $p < 0,05$

Nota. ACM = activación cognitiva en matemática; AEFM = autoeficacia matemática. El símbolo * señala el estrato que obtuvo el mayor puntaje promedio. Para el caso del desempeño en la prueba de Matemática, se incorporaron los 10 valores plausibles en la estimación de dichos puntajes.

Modelos de factores asociados a la competencia matemática de los estudiantes

La tabla 3 presenta una serie de modelos de regresión múltiple anidados, en los que se evaluó la relación entre el desempeño de los estudiantes peruanos en la prueba de Matemática de PISA 2022 y cuatro conjuntos de variables: características del estudiante (modelo 1); características del estudiante y de la escuela (modelo 2); actividades propiciadas por el docente de Matemática (modelo 3, 4 y 5); y disposiciones hacia la matemática (modelo 6). Finalmente, el modelo 7 incluyó todas las variables utilizadas en los modelos anteriores.

Con relación a las variables de características del estudiante y de la escuela, los estudiantes hombres y de mayor ISE, así como las escuelas de mayor ISEP y privadas, puntuaron más alto en la prueba de Matemática de PISA 2022. Estos resultados se replicaron

en todos los modelos, con la excepción del modelo final (7), en el cual el tipo de gestión no fue estadísticamente significativo. Por su parte, el área de la escuela no fue estadísticamente significativa en el modelo de características de la escuela (modelo 2), motivo por el cual fue excluida como variable de control de los modelos subsiguientes.

Respecto de las actividades propiciadas por el docente, el modelo 3 muestra que el clima disciplinario se asoció positivamente con el desempeño de los estudiantes peruanos de 15 años en la prueba de Matemática ($\beta = 0,10, p < 0,05$). Sin embargo, este no fue el caso para ambos tipos de activación cognitiva (fomentar el razonamiento y fomentar el pensamiento matemático). A fin de profundizar en dichos resultados, los modelos 4 y 5 exploraron las asociaciones no lineales entre ambos tipos de activación cognitiva y el puntaje en la prueba de Matemática. Los modelos 4 y 5 arrojaron que tanto fomentar el razonamiento ($\beta = -0,15, p < 0,05$) como fomentar el pensamiento matemático ($\beta = -0,14, p < 0,05$) se asociaron en forma no lineal (cuadrática y negativa) con el desempeño en la prueba de Matemática (ver figuras 1 y 2). Estos resultados se replicaron en el modelo final, pero en magnitudes menores. Esto evidencia que a medida que se incrementa el uso de esta estrategia pedagógica, aumenta también el desempeño en Matemática; sin embargo, a partir de cierto punto, emplear dicha estrategia se asocia con una disminución en el puntaje en la prueba. Las figuras 1 y 2 presentan la relación entre ambos tipos de activación cognitiva y el puntaje en la prueba de Matemática.

Por su parte, casi todas las disposiciones específicas a la matemática (mentalidad de crecimiento; autoeficacia matemática: matemática formal y aplicada; comportamiento proactivo en el estudio de la matemática; y familiaridad subjetiva con los conceptos matemáticos) se asociaron positiva y significativamente con el desempeño en la prueba de Matemática, con excepción de la ansiedad matemática ($\beta = -0,09, p < 0,05$) y la autoeficacia matemática: razonamiento matemático y matemática del siglo XXI ($\beta = -0,10, p < 0,05$), cuyas asociaciones fueron negativas. Con excepción del tipo de gestión y el clima disciplinario en matemática, todas las demás variables estadísticamente significativas en los primeros seis modelos lo fueron también en el modelo final (7). Este modelo explicó el 33,0% de la variabilidad en los puntajes de Matemática.

Tabla 3

Modelos de regresión lineal para la competencia matemática de los estudiantes peruanos en PISA 2022 utilizando pesos replicados y valores plausibles

	Modelos						
	1	2	3	4	5	6	7
Intercepto	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01
Características del estudiante							
Hombre	0,07*	0,09*	0,09*	0,09*	0,09*	0,05*	0,05*
ISE	0,42*	0,14*	0,12*	0,12*	0,12*	0,09*	0,08*
Características de la escuela							
ISEP		0,33*	0,29*	0,28*	0,28*	0,27*	0,25*
Privada		0,06*	0,06*	0,07*	0,08*	0,05*	0,04
Rural		0,01					
Actividades propiciadas por el docente de Matemática							
ACM: fomentar el razonamiento			0,03		0,11*		0,07*
ACM: fomentar el pensamiento matemático			-0,02	0,12*			-0,02
Clima disciplinario en matemática			0,10*				0,03
ACM: fomentar el razonamiento ²					-0,15*		-0,08*
ACM: fomentar el pensamiento matemático ²				-0,14*			-0,12*
Disposiciones hacia la matemática							
Mentalidad de crecimiento						0,13*	0,13*
Ansiedad matemática						-0,09*	-0,08*
AEFM: matemática formal y aplicada						0,19*	0,19*
AEFM: razonamiento matemático y matemática del siglo XXI						-0,10*	-0,08*
Comportamiento proactivo en el estudio de la matemática						0,05*	0,07*
Familiaridad subjetiva con los conceptos matemáticos						0,16*	0,15*
R^2							0,33*

* $p < 0,05$

Nota. ACM = activación cognitiva en matemática; AEFM = autoeficacia matemática. Se reportan los coeficientes beta estandarizados para cada uno de los modelos estimados. Además, para el caso de la variable criterio (desempeño en la prueba de Matemática), se incorporaron los 10 valores plausibles al proceso de estimación.

Finalmente, las figuras 1 y 2 muestran las relaciones, en términos de coeficientes beta estandarizados (es decir, las variables fueron transformadas para tener media 0 y desviación estándar 1), entre la competencia matemática de los estudiantes peruanos participantes en PISA 2022 con ambos tipos de activación cognitiva (correspondientes a los resultados de los modelos 4 y 5). En ambos casos, es posible apreciar que un mayor uso de ambas estrategias pedagógicas va de la mano con un mayor puntaje en la prueba de Matemática hasta cierto punto, a partir del cual las relaciones empiezan a decrecer.

Figura 1

Relación entre la activación cognitiva: fomentar el razonamiento y la competencia matemática en PISA 2022

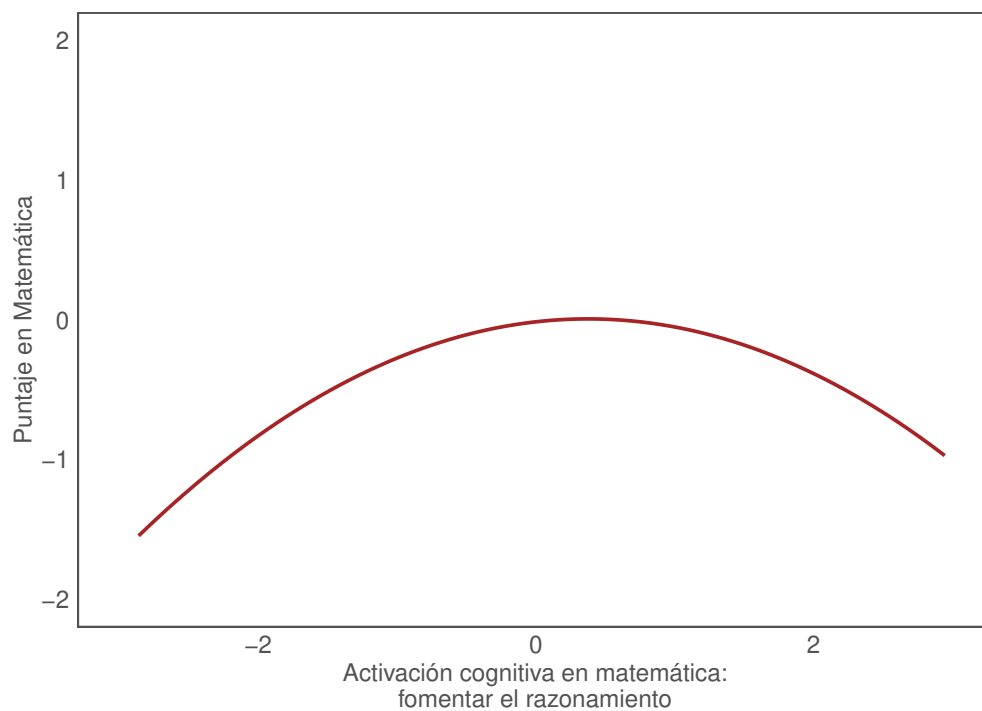
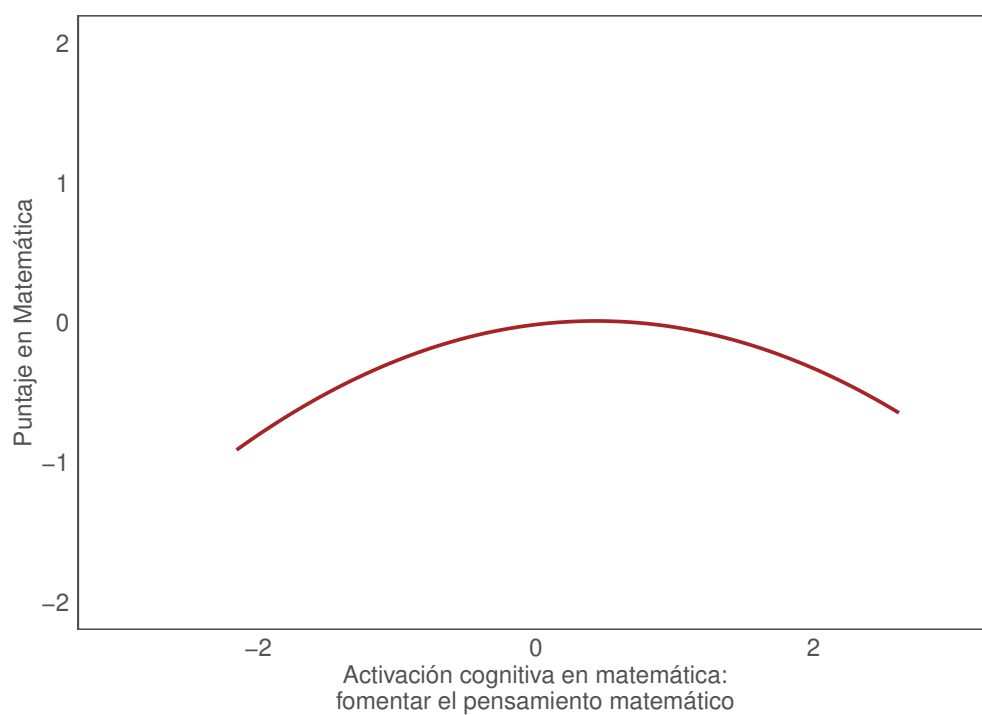


Figura 2

Relación entre la activación cognitiva: fomentar el pensamiento matemático y la competencia matemática en PISA 2022



Discusión

El presente estudio tuvo como primer objetivo determinar la naturaleza (lineal o no lineal) de la relación entre la competencia matemática y dos tipos de activación cognitiva, una centrada en fomentar el razonamiento y la otra en incentivar el pensamiento matemático. El segundo objetivo consistió en examinar la relación entre distintas disposiciones de los estudiantes (entendidas como creencias, actitudes, emociones y conductas específicas a la matemática) con dicha competencia. Para ello, se emplearon los resultados de los estudiantes peruanos de 15 años en la prueba de Matemática de PISA 2022, así como sus respuestas al cuestionario contextual del estudiante, aplicado en el marco de dicha evaluación. Complementariamente, se exploró la distribución de los puntajes de las variables empleadas en el estudio según sexo del estudiante, tipo de gestión y área de la escuela.

Los resultados en la prueba de Matemática en PISA 2022 favorecieron a los estudiantes hombres, así como a los que asisten a escuelas privadas y situadas en áreas urbanas. Estos resultados replican, en términos generales, los observados en los ciclos 2015 (Minedu, 2017b) y 2018 (Minedu, 2022) de PISA, y en evaluaciones nacionales de logros de aprendizaje recientes (Minedu, 2023, 2024b). También ponen sobre la mesa la necesidad de atender las brechas que afectan a las estudiantes mujeres, así como a los estudiantes de escuelas públicas y rurales, en el desarrollo de una competencia que resulta crucial para la vida adulta y el trabajo.

Las estudiantes mujeres reportaron que sus docentes realizan actividades de activación cognitiva centradas en el fomento del pensamiento matemático y que el clima del aula es apropiado para el aprendizaje de la matemática con mayor frecuencia que sus pares hombres. Por otro lado, los estudiantes de escuelas públicas reportaron una mayor recurrencia de actividades de activación cognitiva centradas en el fomento del razonamiento y del pensamiento matemático; por su parte, los estudiantes de escuelas privadas reportaron un mejor clima disciplinario en sus clases de Matemática. Finalmente, los estudiantes de escuelas rurales reportaron que sus docentes llevaban a cabo actividades de activación cognitiva centradas en el pensamiento matemático con mayor frecuencia que sus pares de escuelas urbanas. Estos resultados evidencian que son los docentes de escuelas públicas quienes suelen llevar a cabo ejercicios de activación cognitiva con mayor frecuencia (conocer la calidad de la implementación de dichos ejercicios, sin embargo, escapa a los alcances del presente estudio); probablemente, esto se debe a que dicha estrategia pedagógica se alinea con las orientaciones para el proceso de enseñanza y aprendizaje contenidas en el Currículo Nacional de Educación Básica (CNEB)(Minedu, 2017a).

Los estudiantes hombres obtuvieron mayores puntajes en las variables de mentalidad de crecimiento, en ambos tipos de autoeficacia matemática y en la familiaridad subjetiva con los conceptos matemáticos que sus pares mujeres; estas últimas, por su parte, puntuaron más alto en ansiedad matemática y en comportamiento proactivo en el estudio de la matemática. Estos resultados van en línea con lo encontrado por Goldman y Penner (2016) con datos de la

mayoría de los países participantes en TIMSS 2003 y 2007, así como por Fredricks y Eccles (2002), Skaalvik y Skaalvik (2004) y Nagy *et al.* (2010). Los resultados del presente estudio sugieren que los estudiantes hombres confían más en su capacidad para desarrollar sus aprendizajes matemáticos que sus pares mujeres, quienes, pese a sentirse menos seguras y más angustiadas en relación con dicha área curricular, también demuestran una mayor disposición a tener comportamientos proactivos para compensar dichas autopercepciones. También se encontró que los estudiantes que asistían a escuelas privadas obtenían puntajes más altos en autoeficacia matemática: matemática formal y aplicada, y en familiaridad subjetiva con los conceptos matemáticos, mientras que los de escuelas públicas puntuaban más alto en comportamiento proactivo en el estudio de la matemática que sus pares de escuelas privadas. Por último, los estudiantes de escuelas urbanas puntuaron más alto en ansiedad matemática y en familiaridad subjetiva con los conceptos matemáticos.

Con relación al primer objetivo de investigación, tras controlar por una serie de características socioeconómicas y sociodemográficas, del estudiante y de la escuela, se encontró que las relaciones entre ambos tipos de activación cognitiva (fomentar el razonamiento y fomentar el pensamiento matemático) con la competencia matemática seguían una tendencia no lineal negativa (forma de “u” invertida). Esto muestra que, si bien el uso de la activación cognitiva sería favorable para el desarrollo de conocimientos y habilidades matemáticas, el uso excesivo, probablemente exclusivo, de dicha estrategia pedagógica resultaría contraproducente.

Estos resultados coinciden con hallazgos previos sobre la relación no lineal entre la enseñanza basada en indagación (estrategia pedagógica que también se inscribe en el paradigma constructivista) y la competencia científica, relación que ha sido ampliamente documentada en la literatura internacional (Kahraman, 2022; Teig *et al.*, 2018). Sin ir más lejos, resultados similares fueron obtenidos en Perú utilizando los datos de PISA 2015. De manera específica, se encontró que el uso de la enseñanza basada en indagación se asociaba de manera no lineal (cuadrática y negativa) con el desempeño en la prueba de Ciencia, y que la pendiente de la relación negativa era más pronunciada entre aquellos estudiantes que reportaban un peor clima disciplinario en sus aulas y que contaban con niveles más altos de creencias epistemológicas (Minedu, 2020).

Al respecto, resulta de especial interés conocer por qué se daría dicha disminución en la relación entre activación cognitiva y competencia matemática. Una posibilidad es que los ejercicios de activación cognitiva orientados al fomento del razonamiento (por ejemplo, resolver problemas matemáticos sin realizar cálculos) y del pensamiento matemático (por ejemplo, pensar en problemas de la vida cotidiana que son susceptibles de ser resueltos con conocimientos matemáticos recientemente adquiridos) generen una alta carga cognitiva en la memoria de trabajo de los estudiantes (Sweller, 1988), dificultando los procesos de aprendizaje. La teoría de la carga cognitiva sostiene que, a diferencia de lo que ocurre con la memoria de largo plazo (cuya capacidad para almacenar información es prácticamente

ilimitada), la memoria de trabajo (o de corto plazo) es especialmente limitada en su capacidad para procesar información, particularmente información nueva (Sweller, 1988). En línea con esto, autores que promueven estrategias de enseñanza directas y explícitas (Kirschner *et al.*, 2006; Klahr y Nigam, 2004; Mayer, 2004) han sostenido que las estrategias pedagógicas constructivistas no suelen tomar en cuenta las limitaciones de la memoria de trabajo durante el procesamiento de información novedosa. Siguiendo a estos autores, las primeras aproximaciones a un campo de conocimiento deben acompañarse de una enseñanza más directa, en la cual se expliciten los conceptos y los procedimientos sobre los que se basa. Al respecto, resultará de utilidad que estudios futuros aborden y comparen los efectos de distintos enfoques de enseñanza en el desarrollo de la competencia matemática de los estudiantes peruanos.

También resulta posible hipotetizar que los efectos positivos de la activación cognitiva (es decir, aquellos observados antes de que la pendiente empiece a decrecer) sobre el desempeño se expliquen por su impacto positivo sobre la motivación, actitudes y creencias de los estudiantes hacia la matemática. Sin embargo, el efecto positivo de la activación cognitiva se estanca en cierto punto, a partir del cual empieza a decrecer. Aquí cabe preguntarse si dicho punto coincide con una mayor demanda de conocimientos fácticos y explícitos sobre la matemática para resolver ejercicios de cada vez mayor complejidad.

En todo caso, sí es seguro que, para que la activación cognitiva resulte provechosa para el aprendizaje, resulta indispensable que el docente cuente con una sólida formación disciplinar y pedagógica. Al respecto, cabe recordar que en un estudio mixto publicado recientemente por la Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes (UMC), se encontró, a nivel cuantitativo, que los docentes de Matemática de 2.º grado de secundaria cuentan con un mayor conocimiento disciplinar que pedagógico (Minedu, 2024a); así, sus mayores dificultades tuvieron que ver con identificar la fuente de los errores de sus estudiantes en tareas de fracciones, así como para evaluar las mejores rutas de acción para ayudarlos a resolverlas. A nivel cualitativo, se encontró que los docentes entrevistados suelen tener una concepción utilitaria de las matemáticas y que no está basada en la resolución de problemas. En conclusión, debido a que los docentes de Matemática presentan mayores dificultades en el ámbito pedagógico que en el disciplinar, resulta posible esperar que esto se vea reflejado en la eficacia con la que implementen distintas estrategias de enseñanza en el aula, tales como la activación cognitiva. Todo esto apunta a la necesidad de fortalecer la formación pedagógica inicial de los docentes, haciendo énfasis en la construcción de conocimientos matemáticos y asegurando que, una vez enfrentados a la tarea de enseñar, puedan contribuir a que sus estudiantes los incorporen en su bagaje de recursos. También será crucial que se implementen medidas para fortalecer lo aprendido en dicha formación durante el servicio.

En este punto cabe enfatizar e integrar dos hallazgos del presente estudio. Como se mencionó previamente, fueron los estudiantes de escuelas públicas quienes reportaron con mayor frecuencia que sus docentes empleaban estrategias de activación cognitiva (orientadas a

fomentar el razonamiento y el pensamiento matemático), en comparación con sus pares de escuelas privadas. Sin embargo, son también los estudiantes de escuelas públicas los que obtienen puntuaciones más bajas en la prueba de Matemática de PISA 2022 (la brecha es de aproximadamente 61 puntos). Si leemos estos resultados considerando la posibilidad de que sean los docentes de escuelas públicas quienes estarían alineando en mayor medida su práctica pedagógica con lo recomendado en el CNEB, cabe preguntarse por la necesidad de darle un mayor protagonismo a la enseñanza de contenidos fácticos y conceptuales de la matemática en dicho documento, especialmente al momento de plantear las orientaciones pedagógicas orientadas a desarrollar estas comprensiones en los estudiantes.

Respecto del segundo objetivo de investigación, el presente estudio examinó en qué medida un conjunto de variables disposicionales de los estudiantes explicaba los puntajes en la prueba de Matemática en PISA 2022 (objetivo 2). En líneas generales, los resultados obtenidos coinciden con hallazgos previos en el marco de la teoría de expectativa-valor. Por un lado, la autoeficacia para la matemática formal y aplicada, y la familiaridad subjetiva con los conceptos matemáticos, variables que reflejan creencias de habilidad positivas, se relacionaron positivamente con los resultados obtenidos en la prueba de Matemática. Por su parte, la ansiedad matemática, la cual da cuenta de la presencia de creencias de habilidad negativas, se asoció negativamente con dichos resultados. Esto va en línea con lo reportado para el autoconcepto matemático y académico (Goldman y Penner, 2016; Marsh y Martin, 2011) y expresa la importancia de que los estudiantes confíen en su capacidad para adquirir competencias matemáticas. Complementariamente, alertan del rol inhibitorio que en dicho proceso de aprendizaje tienen las emociones negativas como la ansiedad (para mayor información sobre cómo la ansiedad matemática se ha incrementado entre los estudiantes peruanos de 2.º grado de secundaria, ver Minedu, 2024c).

Complementariamente, variables como la mentalidad de crecimiento y el comportamiento proactivo en el estudio de la matemática explicaron en forma directa el desempeño matemático en PISA 2022. La primera de estas variables se encuentra emparentada con las creencias de habilidad positivas, en la medida en que se asume que es posible aprender con base en el esfuerzo; por tal motivo, no sorprende que se asocie positivamente con el desempeño en la prueba de Matemática. La segunda, en tanto refleja la motivación por participar con esfuerzo en actividades en la clase de Matemática, podría estar reflejando tanto el valor intrínseco como el valor de utilidad adjudicados al aprendizaje matemático.

Por último, llama la atención la asociación negativa reportada para la autoeficacia en el razonamiento matemático y la matemática del siglo XXI. Si tomamos en cuenta que dicha variable es medida a través de ítems que evalúan la confianza en realizar de manera exitosa actividades como “extraer información matemática de esquemas, gráficas o simulaciones” o “trabajar con sistemas matemáticos computarizados (p. ej., hojas de cálculo, software de programación, calculadoras gráficas)”, resulta posible pensar que estos aspectos están siendo poco atendidos en las clases de Matemática.

Agradecimientos

El autor del estudio agradece a Olimpia Castro, Lilian Isidro, Percy Merino, Carlos Torres, Giovanna Moreano, Sadith Ramos, Hugo Bayona, Andrés Burga y David Olivo por los comentarios y aportes brindados durante la elaboración de esta investigación. Asimismo, agradece a Cynthia Derteano por la corrección de estilo.

Referencias

- Ahmed, W., Van Der Werf, G., Kuyper, H., y Minnaert, A. (2013). Emotions, self-regulated learning, and achievement in mathematics: a growth curve analysis. *Journal of Educational Psychology*, 105(1), 150-161. <https://doi.org/10.1037/a0030160>
- Ainley, M., y Ainley, J. (2011). Student engagement with science in early adolescence: the contribution of enjoyment to students' continuing interest in learning about science. *Contemporary Educational Psychology*, 36(1), 4-12. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2010.08.001>
- Barroso, C., Ganley, C. M., McGraw, A. L., Geer, E. A., Hart, S. A., y Daucourt, M. C. (2021). A meta-analysis of the relation between math anxiety and math achievement. *Psychological bulletin*, 147(2), 134-168. <https://doi.org/10.1037/bul0000307>
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M., y Tsai, Y.-M. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133-180. <https://doi.org/10.3102/0002831209345157>
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S., y Neubrand, M. (2013). Professional Competence of Teachers, Cognitively Activating Instruction, and the Development of Students' Mathematical Literacy (COACTIV): a research program. En M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss y M. Neubrand (Eds.), *Cognitive activation in the mathematics classroom and professional competence of teachers* (pp. 1-21). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5149-5_1
- Breit, M., Schneider, M., y Preckel, F. (2025). Mathematics achievement and learner characteristics: a systematic review of meta-analyses. *Learning and Individual Differences*, 118, 102621. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2024.102621>
- Brophy, J. (2000). *Teaching. Educational practices series-1*. ERIC.
- Burge, B., Lenkeit, J., y Sizmur, J. (2015). *PISA in practice: cognitive activation in maths*. Slough: National Foundation for Educational Research.
- Caro, D., y Biecek, P. (2017). intsvy: an R package for analyzing international large-scale assessment data. *Journal of Statistical Software*, 81(7), 1-44. <https://doi.org/10.18637/jss.v081.i07>
- Caro, D., Lenkeit, J., y Kyriakides, L. (2016). Teaching strategies and differential effectiveness across learning contexts: evidence from PISA 2012. *Studies in Educational Evaluation*, 49, 30-41. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2016.03.005>
- Chouinard, R., y Roy, N. (2008). Changes in high-school students' competence beliefs, utility value and achievement goals in mathematics. *British Journal of Educational Psychology*, 78(1), 31-50. <https://doi.org/10.1348/000709907X197993>

- Creemers, B., y Kyriakides, L. (2007). *The dynamics of educational effectiveness: a contribution to policy, practice and theory in contemporary schools*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203939185>
- Dong, L., Jia, X., y Fei, Y. (2023). How growth mindset influences mathematics achievements: a study of Chinese middle school students. *Frontiers in Psychology*, 14, 1148754.
- Dweck, C. S. (2006). *Mindset: the new psychology of success*. Random House.
- Eccles, J. S. (2005). Subjective task value and the Eccles et al. model of achievement-related choices. En A. J. Elliot y C. S. Dweck (Eds.), *Handbook of competence and motivation* (pp. 105-121). Guilford Publications.
- Fauth, B., Decristan, J., Rieser, S., Klieme, E., y Büttner, G. (2014). Student ratings of teaching quality in primary school: dimensions and prediction of student outcomes. *Learning and Instruction*, 29, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.07.001>
- Fredricks, J. A., y Eccles, J. S. (2002). Children's competence and value beliefs from childhood through adolescence: growth trajectories in two male-sex-typed domains. *Developmental Psychology*, 38(4), 519-533. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.38.4.519>
- Frenzel, A. C., Goetz, T., Pekrun, R., y Watt, H. M. G. (2010). Development of mathematics interest in adolescence: influences of gender, family, and school context. *Journal of Research on Adolescence*, 20(2), 507-537. <https://doi.org/10.1111/j.1532-7795.2010.00645.x>
- Goldman, A. D., y Penner, A. M. (2016). Exploring international gender differences in mathematics self-concept. *International Journal of Adolescence and Youth*, 21(4), 403-418. <https://doi.org/10.1080/02673843.2013.847850>
- Guo, J., Marsh, H. W., Parker, P. D., Morin, A. J., y Dicke, T. (2017). Extending expectancy-value theory predictions of achievement and aspirations in science: dimensional comparison processes and expectancy-by-value interactions. *Learning and Instruction*, 49, 81-91. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.12.007>
- Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(1), 33-46. <https://doi.org/10.2307/749455>
- Houtveen, A., Booij, N., de Jong, R., y van De Grift, W. (1999). Adaptive instruction and pupil achievement. *School Effectiveness and School Improvement*, 10(2), 172-192. <https://doi.org/10.1076/sesi.10.2.172.3508>
- Jacobs, J. E., Lanza, S., Osgood, D. W., Eccles, J. S., y Wigfield, A. (2002). Changes in children's self-competence and values: gender and domain differences across grades one through twelve. *Child Development*, 73(2), 509-527. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00421>
- Kahraman, N. (2022). Investigating linear and curvilinear relationships between cognitive activation strategies and student achievement in science. *International Journal of Educational Research*, 116, 102083. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2022.102083>

- Kirschner, P. A., Sweller, J., y Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1
- Klahr, D., y Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction: effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological Science*, 15(10), 661-667. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.00737.x>
- Klieme, E., Pauli, C., y Reusser, K. (2009). The Pythagoras study. Investigating effects of teaching and learning in Swiss and German mathematics classrooms. En T. Janík y T. Seidel (Eds.), *The power of video studies in investigating teaching and learning in the classroom* (pp. 137-160). Waxmann.
- Lipowsky, F., Rakoczy, K., Pauli, C., Drollinger-Vetter, B., Klieme, E., y Reusser, K. (2009). Quality of geometry instruction and its short-term impact on students' understanding of the Pythagorean Theorem. *Learning and Instruction*, 19(6), 527-537. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.11.001>
- Liu, Y., Wang, C., Liu, J., y Liu, H. (2022). The role of cognitive activation in predicting mathematics self-efficacy and anxiety among internal migrant and local children. *Educational Psychology*, 42(1), 83-107. <https://doi.org/10.1080/01443410.2021.1987388>
- Ma, X. (1999). A meta-analysis of the relationship between anxiety toward mathematics and achievement in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(5), 520-540. <https://doi.org/10.2307/749772>
- Marsh, H. W., y Martin, A. J. (2011). Academic self-concept and academic achievement: relations and causal ordering. *British Journal of Educational Psychology*, 81(1), 59-77. <https://doi.org/10.1348/000709910X503501>
- Matsumura, L. C., Slater, S. C., y Crosson, A. (2008). Classroom climate, rigorous instruction and curriculum, and students' interactions in urban middle schools. *The Elementary School Journal*, 108(4), 293-312. <https://doi.org/10.1086/528973>
- Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*, 59(1), 14-19. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.59.1.14>
- Ministerio de Educación del Perú. (2016). *La competencia matemática en estudiantes peruanos de 15 años. Predisposiciones de los estudiantes y sus oportunidades para aprender en el marco de PISA 2012*. Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes. http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2013/05/competencia_libro_21.pdf
- Ministerio de Educación del Perú. (2017a). *Currículo Nacional de la Educación Básica*. <https://hdl.handle.net/20.500.12799/4551>

- Ministerio de Educación del Perú. (2017b). *El Perú en PISA 2015. Informe nacional de resultados*. Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes. <http://umc.minedu.gob.pe/el-peru-en-pisa-2015-informe-nacional-de-resultados/>
- Ministerio de Educación del Perú. (2020). *Factores asociados al desarrollo de la competencia científica en estudiantes peruanos según PISA 2015*. Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes. <http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2020/06/Estudio-Factores-Asociados-Pisa-2015.pdf>
- Ministerio de Educación del Perú. (2022). *El Perú en PISA 2018. Informe nacional de resultados*. Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes. <http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2022/02/PISA-2018-4feb.pdf>
- Ministerio de Educación del Perú. (2023). *Evaluación Muestral de Estudiantes (EM) 2022. Resultados*. Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes. <http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2023/06/PPT-Presentaci%C3%B3n-de-Resultados-EM-2022.pdf>
- Ministerio de Educación del Perú. (2024a). *¿Cómo se enseñan las fracciones en las escuelas peruanas? Creencias y conocimiento de docentes de Matemática de 2 ° grado de secundaria*. (Estudios Breves N.º 12). Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes. <http://umc.minedu.gob.pe/como-se-ensenan-las-fracciones-en-las-escuelas-peruanas-creencias-y-conocimiento-de-docentes-de-matematica-de-2-grado-de-secundaria/>
- Ministerio de Educación del Perú. (2024b). *Evaluación Nacional de Logros de Aprendizaje (ENLA) 2023. Resultados de aprendizaje*. Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes. <http://umc.minedu.gob.pe/resultadosenla2023/>
- Ministerio de Educación del Perú. (2024c). *“La matemática me pone nervioso”. Cómo varió la ansiedad hacia la matemática en los estudiantes peruanos en los últimos años*. (Zoom educativo N° 13). Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes. <http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2024/12/ZE13.pdf>
- Ministerio de Educación del Perú. (2024d). *El Perú en PISA 2022. Informe nacional de resultados*. Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes. <http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2024/12/El-Per%C3%BA-en-PISA-2022-Informe-nacional-de-resultados.pdf>
- Nagy, G., Watt, H. M. G., Eccles, J. S., Trautwein, U., Lüdtke, O., y Baumert, J. (2010). The development of students' mathematics self-concept in relation to gender: different countries, different trajectories? *Journal of Research on Adolescence*, 20(2), 482-506. <https://doi.org/10.1111/j.1532-7795.2010.00644.x>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *PISA 2022 assessment and analytical framework*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2024). *PISA 2022. Technical report*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/01820d6d-en>

- Putwain, D. W., Symes, W., Nicholson, L. J., y Becker, S. (2018). Achievement goals, behavioural engagement, and mathematics achievement: a mediational analysis. *Learning and Individual Differences*, 68, 12-19. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.09.006>
- R Core Team. (2023). *R: a language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Richardson, F. C., y Suinn, R. M. (1972). The mathematics anxiety rating scale: psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*, 19(6), 551. <https://doi.org/10.1037/h0033456>
- Seidel, T., y Shavelson, R. J. (2007). Teaching effectiveness research in the past decade: the role of theory and research design in disentangling meta-analysis results. *Review of Educational Research*, 77(4), 454-499. <https://doi.org/10.3102/0034654307310317>
- Shayer, M., y Adhami, M. (2007). Fostering cognitive development through the context of mathematics: results of the CAME project. *Educational Studies in Mathematics*, 64(3), 265-291. <https://doi.org/10.1007/s10649-006-9037-1>
- Skaalvik, S., y Skaalvik, E. M. (2004). Gender differences in math and verbal self-concept, performance expectations, and motivation. *Sex Roles*, 50(3-4), 241-252. <https://doi.org/10.1023/B:SERS.0000015555.40976.e6>
- Stefanou, C. R., Perencevich, K. C., DiCintio, M., y Turner, J. C. (2004). Supporting autonomy in the classroom: ways teachers encourage student decision making and ownership. *Educational Psychologist*, 39(2), 97-110. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3902_2
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- Teig, N., Scherer, R., y Nilsen, T. (2018). More isn't always better: the curvilinear relationship between inquiry-based teaching and student achievement in science. *Learning and Instruction*, 56, 20-29. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.02.006>
- Wang, X. S., Perry, L. B., Malpique, A., e Ide, T. (2023). Factors predicting mathematics achievement in PISA: a systematic review. *Large-scale Assessments in Education*, 11. <https://doi.org/10.1186/s40536-023-00174-8>
- Watt, H. M. G., Shapka, J. D., Morris, Z. A., Durik, A. M., Keating, D. P., y Eccles, J. S. (2012). Gendered motivational processes affecting high school mathematics participation, educational aspirations, and career plans: a comparison of samples from Australia, Canada, and the United States. *Developmental Psychology*, 48(6), 1594-1611. <https://doi.org/10.1037/a0027838>
- Wigfield, A., y Eccles, J. S. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 68-81. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1015>
- Yi, H. S., y Lee, Y. (2017). A latent profile analysis and structural equation modeling of the instructional quality of mathematics classrooms based on the PISA 2012 results of Korea

and Singapore. *Asia Pacific Education Review*, 18, 23-39. <https://doi.org/10.1007/s12564-016-9455-4>

Zhang, D., Wang, C., y Yang, Y. (2021). The association between cognitive activation and mathematics achievement: a multiple mediation model. *Educational Psychology*, 41(6), 695-711. <https://doi.org/10.1080/01443410.2021.1917520>