

LA ANSIEDAD MATEMÁTICA

María Sagasti-Escalona, Universidad de Almería

Resumen

El presente trabajo es una revisión descriptiva sobre el tema de la ansiedad matemática que sufren muchas personas, y en especial los jóvenes, cuando tienen que enfrentarse a una tarea matemática donde se explican los estudios más actuales que se están realizando sobre este tema y concretamente los de las interpretaciones de amenazas que les impiden el aprendizaje en este área. Esta problemática es una de las más importantes del campo de la enseñanza de las matemáticas y en este artículo se presenta un examen conciso para que los docentes, psicopedagogos y orientadores reflexionen cómo abordar nuevas pedagogías en este área. Una visión de la tendencia de los estudios científicos más innovadores sugiere que cada vez hay más investigaciones de este tema a nivel global. Esto puede ser porque en la sociedad abundan las actitudes que fomentan la ansiedad matemática. A lo largo del trabajo se explica que los sentimientos de aprensión, tensión o incomodidad experimentados por muchos individuos al realizar actividades matemáticas o en un contexto matemático son emocionales, afectan a la memoria de trabajo y pueden explicarse a través de una apreciación de distintas formas de amenazas de estereotipos. Mediante estudios psiconeurológicos, se ha visto que la forma de intervenir más adecuada dependerá de la percepción de los estereotipos asociados en cada caso. También, se muestran recientes estudios para fomentar el cambio de pensamiento y convertir situaciones prácticas y habituales que generan ansiedad a otras que construyan una situación positiva mediante el desarrollo de la resiliencia matemática.

Palabras clave: *ansiedad matemática, amenazas de estereotipo, memoria de trabajo, bajo rendimiento en competencia matemática, resiliencia matemática*

Mathematical anxiety

Abstract

This work is a descriptive review of the mathematical anxiety that many people, and especially young people, suffer when they have to deal with a mathematical task. It shows the current studies being carried out on this subject and specifically those of interpretations of threats that prevent them from learning in this area. This problem is one of the most important in the field of mathematics teaching and this article presents a concise examination so that teachers, psychopedagogues and counselors

can reflect on how to approach new pedagogies in this area. A view of the trend of the most innovative scientific studies suggests that there is more and more research on this topic at the global level. This may be because society abounds with attitudes that foster mathematical anxiety. Throughout the work it is explained that the feelings of apprehension, tension or discomfort experienced by many individuals when performing mathematical activities or in a mathematical context are emotional, can affect working memory and can be explained through an appreciation of different forms of threatening stereotypes. Psychoneurological studies have shown that the most appropriate way to intervene will depend on the perception of the associated stereotypes in each case. Also, recent studies are shown to encourage thought change and convert practical and habitual situations that generate anxiety to others that build a positive situation through the development of mathematical resilience.

Keywords: *mathematical anxiety, maths stereotypes, maths threats, mathematical education, working memory, mathematical resilience*

INTRODUCCIÓN

Si bien las matemáticas a menudo se consideran un tema arduo, no todos los obstáculos de las matemáticas resultan ser debidos a dificultades cognitivas. Un gran número de niños y adultos experimentan sentimientos de ansiedad, angustia, inquietud o preocupación cuando se enfrentan a las matemáticas. La ansiedad causada por hacer actividades del área de las matemáticas o considerar hacerlas se conoce desde hace tiempo como ansiedad por las matemáticas [Math Anxiety, MA]. A lo largo de los años, una gran cantidad de estudios han indicado que muchas personas tienen actitudes extremadamente negativas hacia las matemáticas, lo que a veces equivale a una ansiedad severa (Hembree, 1990; Ashcraft, 2002; Maloney y Beilock, 2012). Este fenómeno fue reportado por primera vez por Tobias en 1978 y desde entonces ha sido el tema principal de numerosas publicaciones (por ejemplo, Beilock, Gunderson, Ramirez y Levine, 2010; Punaro y Reeve, 2012; Hill, Mammarella, Devine, Caviola, Passolunghi, y Szűcs, 2016), mostrando que se puede considerar un problema grave que afecta de forma parecida en todo el mundo.

La ansiedad por las matemáticas se ha considerado un problema grave en todo el mundo. Por ejemplo, en el ya que en el Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA) de 2012 se demostró que el 33% de los estudiantes de 15 años de edad, que es la media de los 65 países que participaron en este programa, se sentían impotentes cuando se enfrentaban a problemas matemáticos (OCDE, 2013). En particular, la ansiedad matemática ha sido un asunto de interés en los EE.UU. más que en cualquier otro lugar del mundo. La ansiedad de los jóvenes cuando estudian matemáticas se considera un grave problema educativo en dicho país y las publicaciones revelan que el 25% de los estudiantes universitarios y el 80% de los estudiantes de los colegios comunitarios tienen niveles moderados a altos de ansiedad por las matemáticas (Chang y Beilock, 2016). Ashcraft (2002), que es uno de los autores más influyentes en este campo, también explicó cómo "la cultura estadounidense abunda en actitudes que fomentan la ansiedad matemática". El gran interés de los eruditos estadounidenses por el tema de la ansiedad matemática puede surgir del intento de encontrar soluciones a este grave problema a nivel nacional. Los recientes estudios de Ersozlu, y Karakus (2019) muestran una visión de la tendencia de los estudios científicos en este área. Actualmente, existe un impulso a nivel global a realizar estudios científicos en este campo de investigación como respuesta a los crecientes problemas de la sociedad moderna en la enseñanza de las matemáticas.

Es debido a dicha importancia por lo que en el presente trabajo se pretende dar una visión general del problema. El artículo se estructura de la siguiente forma: primero se verá el método seguido para realizar la revisión. A continuación, se introduce en detalle el concepto de ansiedad matemática, los posibles factores correlacionados (edad, género, genética, etc), su impacto fisiológico, su relación con la memoria de trabajo, la percepción de las amenazas de estereotipo, se introduce el concepto de resiliencia matemática, así como otras estrategias para afrontar el problema y avances científicos en este campo de estudio. Una cuestión importante que se plantea es si la ansiedad matemática puede distinguirse con identidad propia o, si por el contrario, se trata de ansiedad general. Tras esto, se realiza la discusión y se muestran las conclusiones.

MÉTODO

El presente documento es una revisión descriptiva sobre el tema de la ansiedad matemática que sufren muchas personas, y en especial los jóvenes, cuando tienen que enfrentarse a una tarea matemática donde se explican los estudios más actuales que se están realizando sobre este tema. Esta problemática es una de las más importantes del campo de la enseñanza de las matemáticas y en este artículo se presenta un examen conciso para que los docentes, psicopedagogos y orientadores reflexionen cómo abordar nuevas pedagogías en este área. Además, daremos una visión de las

tendencias de los estudios científicos más innovadores, ya que es un tema en continuo estudio y desarrollo en el que cada vez se realizan más investigaciones a nivel global.

Búsqueda bibliográfica

Para la búsqueda bibliográfica, partimos de la hipótesis de que en la sociedad abundan las actitudes que fomentan la ansiedad matemática, entonces cada vez hay más investigaciones a nivel global y más estudios científicos dedicados a este tema. En la localización de los documentos bibliográficos se han utilizado varias fuentes documentales y bases de datos científicas como Dialnet, Lantindex, Redalyc o Scopus. Las búsquedas bibliográficas se realizaron en junio de 2019 utilizando los 3 descriptores: ansiedad matemática, educación matemática y bajo rendimiento en competencia matemática. En una búsqueda inicial de artículos originales, catálogos y directorios, los registros científicos obtenidos fueron más de 20.000 tras la combinación de las diferentes palabras clave. Para reducir considerablemente este orden de magnitud se han establecido ciertos límites adicionales en la búsqueda y, finalmente, se han seleccionado del orden de 20 publicaciones de calidad, que se han utilizado como punto de partida para la realización de este estudio atendiendo a los siguientes requisitos:

- Tipo de registro: artículos y revistas revisadas por pares, compilaciones, resúmenes en revistas científicas y listados de referencias publicados en los últimos 5 años y en cualquier idioma.

- Los resultados se ordenaron atendiendo en primer lugar a su relevancia, en segundo lugar por fecha de publicación y en tercer lugar por su número de citas, ya que queremos contar con información de calidad que esté lo más actualizada posible.

- Se seleccionaron aquellos documentos que informasen sobre los aspectos formales de la ansiedad que sufren muchas personas al enfrentarse a una tarea matemática y las amenazas que impiden su aprendizaje.

- Se consideraron las fuentes documentales que contenían información útil para docentes, psicopedagogos y orientadores, para que reflexionen el abordaje de nuevas pedagogías desde un enfoque neuropsicológico, con una inclinación hacia la psicología cognitiva y la neurociencia.

Con base a estos criterios, se ha realizado una exhaustiva selección de fuentes bibliográficas de calidad para garantizar la fiabilidad y validez del estudio, ya que se pretende hacer una revisión descriptiva que proporcione al lector una puesta al día sobre conceptos útiles referidos al tema de la ansiedad matemática. Como éste es un área en constante cambio y evolución, el presente documento se presenta por su utilidad en el campo de la enseñanza de las matemáticas, aunque también puede interesar a personas de campos conexos que quieran estar al día en otras esferas generales de su interés.

DESARROLLO

La Ansiedad Matemática

Hace casi medio siglo, Richardson y Suinn (1972) describieron la ansiedad matemática como sentimientos de aprensión, tensión o incomodidad experimentados por un gran número de individuos al realizar tareas matemáticas o en un contexto matemático. Numerosos estudios a lo largo de los años han indicado que bastantes personas tienen actitudes extremadamente negativas hacia las matemáticas, que a veces equivalen a ansiedad severa (Hembree, 1990; Ashcraft, 2002; Maloney y Beilock, 2012). El concepto de ansiedad matemática se ha asociado con dificultades cognitivas para realizar tareas matemáticas, potencialmente porque la ansiedad interfiere con nuestra capacidad de mantener y manipular la información en mente (memoria de trabajo), pero es

predominantemente un problema emocional (Ashcraft y Krause, 2007). Los estudios sugieren que las actitudes hacia las matemáticas tienden a deteriorarse con la edad durante la infancia y la adolescencia (Wigfield y Meece, 1988; Ma y Kishor, 1997). Aunque muchos estudios tratan la ansiedad matemática como una sola entidad, parece que puede consistir en más de un componente. Wigfield y Meece (1988) encontraron dos dimensiones separadas de la ansiedad matemática en 4 estudiantes de sexto grado y de secundaria; encontraron dos dimensiones diferentes: cognitiva y afectiva, que eran similares a las que habían sido previamente identificadas en el área de ansiedad por exámenes por Liebert y Morris en 1967. La dimensión cognitiva, denominada "preocupación", se refiere a la preocupación por el rendimiento y las consecuencias del fracaso, y la dimensión afectiva, denominada "emocionalidad", se refiere al nerviosismo y la tensión en las situaciones de prueba y las respectivas reacciones autónomas (Liebert y Morris, 1967).

La ansiedad matemática es diferente de la discalculia del desarrollo, una dificultad cognitiva para adquirir habilidades matemáticas (Carey, Hill, Devine, & Szűcs, 2017). Desde un punto de vista clínico, Málaga Diéguez (2014, p.46.) explica que la ansiedad matemática es un trastorno que puede aparecer en personas discalculicas como consecuencia de las dificultades que genera este trastorno de aprendizaje, pero también en personas sanas, lo que podría inducir a un diagnóstico erróneo. No se trata de un trastorno menor, ya que las personas afectadas evitan las matemáticas, lo que repercute en su rendimiento académico y puede llegar a condicionar su futuro, ya que tienden a elegir actividades o carreras universitarias que no precisan de esta materia (Ashcraft y Krause, 2007). De acuerdo con Málaga Diéguez, en la ansiedad matemática, una intervención psicológica puede resolver el problema, mientras que la discalculia precisa un enfoque terapéutico distinto. La ansiedad interfiere con el rendimiento y el bajo rendimiento aumenta la ansiedad, actuando como un círculo vicioso (Carey, Hill, Devine, y Szűcs, 2016). Mientras que la ansiedad matemática parece estar asociada con un déficit en memoria de trabajo verbal y quizás también memoria de trabajo visuoespacial, la discalculia es asociada con déficits en la memoria visuoespacial; en ambos casos, la memoria a corto plazo y de trabajo se ven afectados (Mammarella, Hill, Devine, Caviola y Szűcs, 2015).

Edad y género

La ansiedad matemática se ha observado en niños de alrededor de 6 años (Beilock, Gunderson, Ramírez y Levine, 2010; Krinzinger, Kaufmann y Willmes, 2009; Thomas y Dowker, 2000; Vukovic Kieffer, Bailey y Harari, 2013). Las actitudes negativas hacia las matemáticas parecen empeorar conforme el sujeto aumenta de edad. La ansiedad matemática aumenta cuando los niños alcanzan la Educación Secundaria, persistiendo en la educación posterior y durante toda la edad adulta (Wigfield y Meece, 1988; Ma y Kishor, 1997), lo que tiene consecuencias negativas para el desarrollo de las matemáticas, la educación matemática y la participación de adultos en actividades relacionadas con las matemáticas.

Aunque hoy en día existen pocas diferencias de género en el rendimiento matemático real en los países que ofrecen igualdad de oportunidades educativas a los niños y las niñas, las mujeres de todas las edades siguen tendiendo a calificarse a sí mismas como inferiores en matemáticas y a experimentar una mayor ansiedad con respecto a las matemáticas que los hombres.

En 2010, Beilock, Gunderson, Ramírez y Levine, realizaron un estudio que mostraba que cuando las personas con ansiedad matemática son maestras de escuela primaria, su ansiedad matemática conlleva consecuencias negativas en el rendimiento en matemáticas de sus alumnas. Las maestras de primaria en los Estados Unidos son casi exclusivamente mujeres (>90%), y en su estudio proporcionaron evidencias de que la ansiedad de estas maestras se relaciona con los logros de las niñas en matemáticas a través de las creencias de las niñas sobre quién es bueno en matemáticas. Al principio del año escolar, se evaluó el rendimiento en matemáticas de los estudiantes, y se confirmó

que no había relación entre la ansiedad de una maestra de matemáticas y el rendimiento de sus estudiantes en matemáticas. Sin embargo, al final del año escolar, cuanto más ansiosas estaban las maestras con las matemáticas, más probable era que las niñas (pero no los niños) apoyaran el estereotipo común de que "los niños son buenos en matemáticas y las niñas son buenas en la lectura" y menor era el rendimiento de estas niñas en matemáticas. De hecho, al final del año escolar, las niñas que creían este estereotipo tuvieron un rendimiento matemático significativamente peor que las niñas que no lo hicieron y que los niños en general. Según este estudio, en la escuela primaria temprana, donde los maestros son casi todos mujeres, la ansiedad matemática de las maestras tiene consecuencias para el logro matemático de las niñas al influir en sus creencias sobre quién es bueno en matemáticas.

De acuerdo a lo anterior, es importante comprender las actitudes y emociones de los niños y adultos con respecto a las matemáticas si queremos eliminar importantes barreras al aprendizaje y al progreso en esta materia.

Otros factores

Además de la edad y el género, algunos factores posibles en la ansiedad matemática son la genética o la cultura. Diversos investigadores han incluido el estudio de las causas de la ansiedad matemática en sus trabajos y se ha visto que afecta tanto a jóvenes como a adultos, a profesores y a alumnos, a mujeres y hombres, etc. Gresham (2009) sugiere que la eficacia de los maestros está correlacionada negativamente con la ansiedad matemática.

Como acabamos de ver, Beilock et al. (2010) mostraron una correlación negativa entre la ansiedad matemática de las maestras y el logro de sus alumnas. Los profesores a los que las matemáticas les generan intranquilidad también pueden impulsar a sus alumnos a desarrollar ansiedad matemática, como lo demostraron Markovits (2011) y Ramirez, Hooper, Kersting, Ferguson y Yeager (2018).

Wang et al (2014) presentaron pruebas de que algunos factores genéticos juegan un papel importante junto con varios factores ambientales en el desarrollo de la ansiedad matemática.

Ma y Xu (2004) y Gunderson, Park Maloney, Beilock y Levine (2018) encontraron que las escasas habilidades matemáticas y los bajos niveles de rendimiento en matemáticas tienen efectos adversos en los niveles de autoeficacia de los estudiantes y hacen que éstos desarrollen ansiedad matemática.

Maloney, Ramírez, Gunderson, Levine y Beilock (2015) descubrieron que los padres con altos niveles de ansiedad matemática provocan que sus hijos también la desarrollen.

Si los padres proporcionan apoyo firme y mantienen altas las expectativas de los hijos, pueden reducir la ansiedad de sus hijos y aumentar sus logros en matemáticas (Vukovic, Roberts y Green Wright, 2013).

Si los maestros y los padres aumentan los niveles de motivación matemática de los estudiantes ansiosos y les dan claves de evaluación apropiadas, pueden superar los antecedentes cognitivos y afectivos de la ansiedad y aumentar su rendimiento matemático (Wang et al., 2015).

Impacto fisiológico

Hembree (1990), Ashcraft (2002) y Maloney y Beilock (2012) sostienen que la ansiedad matemática que sufren muchas personas, a veces, equivale a ansiedad severa. Los niveles de ansiedad se han correlacionado con un aumento significativo en la dificultad respiratoria, tensión en el cuello y los hombros, dolores de cabeza, depresión y ansiedad, lo que confirmó que los estudiantes con mayor ansiedad matemática tienen una mayor activación fisiológica, como la activación neuronal, la frecuencia cardíaca y el aumento de cortisol (Faust, 1992; Lyons y Beilock,

2012; Pletzer, Kronbichler, Nuerk, y Kerschbaum, 2015). Lo más probable es que los estudiantes gestionen estas reacciones fisiológicas como el aumento del ritmo cardíaco y los cambios respiratorios de manera negativa, lo que amplifica su autopercepción negativa y recrudece sus síntomas de ansiedad; esto puede inhibir su capacidad cognitiva para realizar tareas matemáticas.

Ansiedad matemática y memoria de trabajo

Algunos aspectos de las matemáticas parecen ser cognitivamente difíciles de adquirir para muchas personas; y algunas personas tienen discapacidades de aprendizaje en matemáticas específicas moderadas o severas. Pero no todas las discapacidades matemáticas son el resultado de dificultades cognitivas. Un número considerable de niños y adultos tienen ansiedad por las matemáticas, lo que puede interrumpir gravemente su aprendizaje y rendimiento matemático, tanto al evitar las actividades matemáticas como al sobrecargar e interrumpir la memoria de trabajo durante las tareas matemáticas.

Desde un punto de vista neurocientífico, Etchepareborda y Abad-Mas (2005) explican que la memoria de trabajo (también llamada memoria mediata, memoria a corto plazo o memoria funcional) es la que guarda y procesa durante breve tiempo la información que viene de los registros sensoriales y actúa sobre ellos y también sobre otros. Etchepareborda y Abad-Mas concluyen que:

La afectación de los mecanismos básicos propios de la memoria de trabajo provocará una disfunción que influirá en un sinnúmero de procesos de aprendizaje formal académico: dificultad en el manejo de la dirección de la atención, dificultad en inhibir estímulos irrelevantes, dificultad en el reconocimiento de los patrones de prioridad, falta de reconocimiento de las jerarquías y significado de los estímulos (análisis y síntesis), impedimento en formular una intención, dificultad en reconocer y seleccionar las metas adecuadas para la resolución de un problema; imposibilidad de establecer un plan de consecución de logros, falta de análisis sobre las actividades necesarias para la consecución de un fin y dificultades para la ejecución de un plan, no logrando la monitorización ni la posible modificación de la tarea según lo planificado. (Etchepareborda y Abad-Mas, 2005, p.83)

Ashcraft y Kirk (2001) expusieron que los individuos con una alta ansiedad matemática demostraron tener una memoria de trabajo más pequeña, especialmente cuando fueron evaluados con una tarea de cálculo. Esta reducción de la capacidad de la memoria de trabajo condujo a un aumento pronunciado del tiempo de reacción y a un aumento de errores en los cálculos cuando la adición mental se realizaba simultáneamente con una tarea de carga de memoria. Los efectos de la reducción también se generalizaron a una tarea de transformación con uso intensivo de memoria. En general, los resultados demostraron que una variable de diferencia individual, la ansiedad matemática, afecta el rendimiento en línea en tareas relacionadas con las matemáticas y que este efecto es una interrupción transitoria de la memoria de trabajo. Los autores consideran un posible mecanismo subyacente a este efecto -la interrupción de los procesos ejecutivos centrales- y sugieren que las variables de diferencia individuales como la ansiedad matemática merecen una mayor atención empírica, especialmente en las evaluaciones de la capacidad y el funcionamiento de la memoria de trabajo.

Qin, Hermans, van Marle, Luo y Fernández (2009) mostraron que "el estrés agudo inducido resultó en una reducción significativa de la actividad relacionada con la memoria de trabajo y fue acompañado de una menor desactivación en las regiones cerebrales que se conocen conjuntamente como la red de modo por defecto". El estrés crónico, como percepciones repetidas de amenazas asociadas con un pobre rendimiento matemático, influye en la corteza prefrontal, causa el desramado y encogimiento de las dendritas, lo cual está relacionado con la rigidez cognitiva (McEwen et al., 2015). Con la disminución de la memoria de trabajo, así como la contracción crónica de las dendritas, se produce un deterioro no sólo en el rendimiento matemático, sino también en otros procesos cognitivos (McEwen et al., 2015). Cuando los individuos son

hipervigilantes o anticipan el peligro, su capacidad de pensamiento abstracto se ve inhibida a favor de movilizar recursos para responder inmediatamente a una amenaza física percibida (Sapolsky, 2015).

La percepción de amenazas de estereotipo en el estudio de las matemáticas

Peper, Harvey, Mason, y Lin (2018) explican que muchos estudiantes tienen problemas al desempeñar tareas cognitivas como la aritmética mental cuando se encuentran o se perciben en situaciones de amenaza y hay diversos estudios que corroboran estas afirmaciones (Moore, Vine, Wilson y Freeman, 2012; Schmader, Hall y Croft, 2015). La ansiedad matemática generalmente se refiere a un conjunto de reacciones hacia las amenazas percibidas relacionadas con el desempeño en tareas matemáticas. Por ejemplo, el término amenaza de estereotipo se refiere a un tipo de disminución del rendimiento que se aplica cuando las personas tienen un rendimiento inferior al esperado en relación con su capacidad por el mero hecho de ser conscientes de un estereotipo negativo a cómo deben desempeñarse, por ejemplo, una niña estudiante puede rendir menos cuando es consciente del estereotipo de que "los niños son mejores que las niñas en matemáticas" (Maloney, Schaeffer y Beilock, 2013, p. 116). Cuando a las personas se les presenta una afirmación basada en estereotipos, que suponga una presión adicional para tener éxito o que amenace su autointegridad o su sentido de pertenencia, se provocan reacciones de ansiedad que reducen su rendimiento en las tareas matemáticas (Spencer, Logel y Davies, 2016).

Ramírez, Shaw y Maloney (2018, p. 9) ofrecen una lista de ejemplos de interpretaciones de amenazas:

- Estereotipos culturales (por ejemplo, "Las mujeres odian las matemáticas, así que yo también debo odiar las matemáticas"; Bieg, Goetz, Wolter y Hall, 2015).
- Estereotipos de creencias sociales en torno al aprendizaje obstruido (por ejemplo, "Si tienes problemas para aprender algo, es probable que no te vaya a ir muy bien"; Benjamin, Bjork y Schwartz, 1998; Koriat y Bjork, 2006; Stigler y Hiebert, 2004).
- Estereotipos de interacciones sociales en el hogar (por ejemplo, "Mis padres siempre me ayudan con la tarea de matemáticas porque no me siento muy cómodo haciéndola por mi cuenta"; Maloney, Ramírez, Gunderson, Levine y Beilock, 2015).
- Estereotipos de interacciones sociales en clase (por ejemplo, "Mi maestro se estresa mucho enseñando matemáticas"; Beilock, Gunderson, Ramírez y Levine, 2010).
- Estereotipos de enseñanza de pedagogía (por ejemplo, "Mi maestro no nos hace preguntas ni nos anima a pensar profundamente en las matemáticas porque cree que no todos pueden ser buenos en matemáticas"; Ramírez, Hooper, Kersting, Ferguson, y Yeager, 2018).
- Estereotipos de creencias sobre el significado de una mayor excitación fisiológica (por ejemplo, "Mi corazón está latiendo rápido, debo estar muy nervioso"; Jamieson, Nock, y Mendes, 2012).

Los efectos de la amenaza del estereotipo surgen cuando un individuo se siente en riesgo de confirmar un estereotipo negativo sobre él mismo o sobre su grupo y, en consecuencia, tiene un rendimiento inferior en tareas relevantes (Steele, 2010).

Diversos autores han tratado de desentrañar la actividad cerebral asociada a la ansiedad matemática. Para ello, algunos autores (Lamont, Swift, y Abrams, 2015; Ramirez, Shaw, et al., 2018) estudian las amenazas debidas a cogniciones basadas en hechos (p. ej., "Todavía no he aprendido cómo obtener la respuesta a ese problema matemático, sin embargo, soy capaz de aprender") frente a las debidas a cogniciones que son relevantes para los estereotipos (p. ej., "No se espera que tenga un buen desempeño debido a un estereotipo").

Recientemente se han publicado estudios como el de Peper, Harvey, Mason, y Lin (2018), que sugieren que la postura del cuerpo puede cambiar la respuesta a la amenaza de estereotipo ya que, según estos autores, un tipo de postura parece inhibir el rendimiento cognitivo mientras que la otra postura aumenta el rendimiento. Tras estudiar la actividad cerebral asociada con las reacciones de ansiedad matemática, proponen intervenciones que incluyen cambios ergonómicos en el lugar de trabajo (silla, ordenador, ratón), la transformación de los pensamientos autocríticos en pensamientos de empoderamiento, y tomar un descanso o hacer ejercicio, según convenga. Este tipo de tareas dan lugar a un aumento de la confianza, una disminución en los niveles de estrés y una mejora en la salud y el rendimiento. Los mismos autores afirman que igualmente de importante es enseñar a los participantes estrategias de autorregulación somática para reducir las quejas somáticas. Estos pueden incluir una respiración más lenta, entrenamiento de la variabilidad de la frecuencia cardíaca y relajación muscular. La capacitación debe ser generalizada y debe enseñarse cómo hacerlo en el hogar, la escuela o el trabajo.

Resiliencia matemática

Como se ha visto anteriormente, los sentimientos de aprensión, tensión o incomodidad experimentados por una gran cantidad de individuos al realizar actividades matemáticas o en un contexto matemático son emocionales, afectan a la memoria de trabajo y pueden explicarse a través de una apreciación de distintas formas de amenazas de estereotipos. Algunos autores plantaron una semilla hace años para fomentar el cambio de pensamiento y convertir situaciones prácticas y habituales que generan ansiedad a otras que construyan una situación positiva. Esta semilla ha crecido en un grupo de profesores e investigadores que trabajan para superar la ansiedad matemática y construir resiliencia matemática.

Este grupo usa la resiliencia matemática como concienciación. Afirman que todos nacemos con una capacidad innata de resiliencia, mediante la cual podemos desarrollar competencia social, habilidades para resolver problemas, conciencia crítica, autonomía y un sentido de propósito (Benard, 1995). Del mismo modo, todos nacemos con una capacidad innata de resiliencia matemática que se puede aplicar al aprendizaje de las matemáticas. Pero una gran cantidad de personas crecen en una cultura con una mentalidad fija prevalente (Dweck, 2000) en la que el bajo rendimiento se considera inevitable, y en lugar de aunar fuerzas y aumentar la fuerza de voluntad para resolver los problemas, no actúan y la situación no cambia (Tobias, 1991).

Johnston-Wilder & Lee (2010) realizaron un trabajo sobre el desarrollo de la resiliencia matemática donde se involucraron a varios maestros que llevaban a cabo proyectos de investigación-acción diseñados para reducir la ansiedad y desarrollar la resiliencia. En este trabajo, definieron la resiliencia matemática como "la capacidad de mantener la autoeficiencia frente a las amenazas personales o sociales al bienestar matemático" (Johnston-Wilder y Lee, 2010). Estos autores afirman que la resiliencia matemática necesariamente incluye salvaguardarse de las características habituales de la educación matemática que generan ansiedad matemática.

Actualmente hay una amplia variedad de grupos de trabajo dedicados a trabajar la resiliencia matemática. Cabe destacar que, recientemente, Johnston-Wilder y Moreton (2018) han publicado una interesante serie de prácticas que pueden llevar a cabo los profesores para promover y desarrollar la resiliencia matemática. Este trabajo se basa en los resultados de un grupo de trabajo que formaron durante los meses de enero a julio de 2018 formaron con varios profesores y personas de la comunidad educativa. El trabajo se centró en desarrollar la conciencia de los maestros y profesores sobre las barreras afectivas para aprender las matemáticas, como la ansiedad y la evitación de las matemáticas, y en cómo desarrollar una mayor resiliencia en los estudiantes de matemáticas. Los conceptos clave que incluyen son: el modelo del cerebro del Dr. Daniel Siegel "Hand Model of the Brain" para comprender el impacto de la ansiedad en el pensamiento; el modelo

de zona de crecimiento (Lee y Johnston-Wilder, 2018) como un medio para ayudar a los estudiantes a comprender y articular sus sentimientos al aprender matemáticas y, además, para promover la autoprotección y la seguridad de los estudiantes de matemáticas; también se incluyeron algunas técnicas de atención plena (mindfulness) para desencadenar una respuesta de relajación cuando un alumno comienza a experimentar ansiedad. La enseñanza para la resiliencia también implica que los docentes desarrollen en los alumnos: una mentalidad de crecimiento; fuerza de voluntad; conocimiento de cómo trabajar las matemáticas cuando se está cansado y cómo conseguir apoyo; comprensión del significado, valor, relevancia personal y propósito de las matemáticas.

Estrategias de afrontamiento

El desarrollo de estrategias para reducir el estrés y regular las emociones permite a los estudiantes optimizar el rendimiento en muchas tareas cognitivas (Arroyo, Woolf, Burelson, Muldner, Rai y Tai, 2014). Por ejemplo, los estudiantes que tienen un autoconcepto positivo de su habilidad en matemáticas se desenvuelven mejor en las clases de matemáticas, posiblemente porque no atribuyen el desempeño deficiente en matemáticas como un hecho, sino que interpretan el fracaso como información y como una oportunidad para aprender y crecer. Un método para entrenar a los estudiantes a interpretar el desempeño deficiente en matemáticas es a través de la retroalimentación positiva. Shapiro, Williams y Hambarchyan (2013) han propuesto un Marco de Amenazas Múltiples como una herramienta para ilustrar cómo diferentes influencias personales y sociales impactan el interés y el desempeño de las niñas en el aprendizaje de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés). En sus experimentos 1 y 2, revelaron que las intervenciones del modelo a seguir fueron exitosas en la protección sólo contra las amenazas de estereotipos de grupo, y los experimentos 3 y 4 revelaron que las intervenciones de autoafirmación fueron exitosas en la protección sólo contra las amenazas de estereotipos de autoestima. La investigación proporciona una prueba experimental del Marco de amenazas múltiples en diferentes grupos estereotipados negativamente (estudiantes negros, estudiantes mujeres), diferentes dominios estereotipados negativamente (inteligencia general, STEM) y obtiene diferentes resultados. Esta investigación sugiere que las intervenciones deben abordar el rango de posibles estereotipos de amenazas para proteger eficazmente a las personas contra estas amenazas. A través de una apreciación de las distintas formas de amenazas de estereotipos y las formas en que las intervenciones trabajan para reducirlas, esta investigación pretende facilitar una comprensión más completa de la amenaza de estereotipos.

Para afrontar la situación de ansiedad matemática, hay múltiples posibilidades y técnicas innovadoras. En este estudio hemos mostrado algunas de ellas, como las que sugieren Peper, Harvey, Mason, y Lin (2018), sobre cómo la postura corporal puede cambiar la respuesta del cuerpo frente a la ansiedad matemática y también se ha considerado interesante incluir las aportaciones de Johnston-Wilder sobre cómo afrontarla, quién en el 2010 introdujo el concepto de resiliencia matemática que es el eje principal de sus estudios hasta la actualidad.

Debido a que los desafíos son omnipresentes, la resiliencia es esencial para el éxito en la escuela y en la vida. En este artículo revisamos algunas investigaciones (Tobias, 1991; Benard, 1995; Dweck, 2000; Johnston-Wilder y Lee, 2010; Johnston-Wilder y Moreton, 2018) que demuestran el impacto de la mentalidad de los estudiantes en su capacidad de recuperación frente a los desafíos en el aprendizaje de las matemáticas. Los estudiantes que creen (o se les enseña) que las habilidades intelectuales son cualidades que se pueden desarrollar (a diferencia de las cualidades que se fijan) tienden a mostrar un mayor rendimiento en las transiciones escolares desafiantes y mayores tasas de finalización en cursos de matemáticas. Desarrollar atributos sociales puede reducir la agresión y el estrés de los adolescentes en respuesta a la victimización o exclusión de sus compañeros, y puede mejorar el rendimiento escolar en el área de matemáticas. Por todo esto, las intervenciones

psicológicas que cambian la mentalidad de los estudiantes son efectivas y los educadores deben fomentar estas mentalidades y crear resiliencia en los entornos educativos.

Además, el hecho de que a una persona le gusten las matemáticas o las tema influirá claramente en el hecho de que tome cursos de matemáticas más allá de la edad de finalización de la escuela obligatoria, y que siga carreras que requieran conocimientos matemáticos (Chipman, Krantz, y Silver, 1992; Brown et al., 2008). Por lo tanto, la ansiedad matemática es un problema de gran importancia para el futuro aprendizaje, desarrollo y uso de las habilidades matemáticas, y también es importante en sí misma, como causa de gran estrés y angustia para las personas que la padecen.

Cada vez son más los estudios que se están llevando a cabo para comprender cómo funciona el cerebro frente a las amenazas de estereotipos cuando se realizan tareas matemáticas. También son abundantes los avances que se han registrado en los últimos décadas, en parte gracias a las nuevas tecnologías que se disponen en el ámbito de la neurociencia, y que permiten realizar estudios como, por ejemplo, Bull, Espy, y Wiebe (2008) vieron que mediante análisis correlacionales y de regresión de la memoria visual a corto plazo y de trabajo que mostraban niños de preescolar, podían predecir específicamente el logro matemático de estos mismos sujetos en años posteriores, por esto, la posibilidad de una intervención temprana puede ser fundamental en el aprendizaje y en los logros matemáticos futuros.

Avances científicos

Respecto a los avances científicos en este campo de estudio, el continuo y rápido crecimiento de la tecnología aplicada a las neurociencias, para comprender el funcionamiento del cerebro, ha dado lugar a numerosos estudios y avances en el desarrollo de nuevas teorías sobre la ansiedad matemática. Por ejemplo, Young, Wu y Menon (2012) utilizaron un procedimiento relativamente nuevo, el IRM funcional (que se basa en imágenes por resonancia magnética), en su estudio con niños de 7 a 9 años de edad para comprender la base del desarrollo neurológico de la ansiedad matemática. Gracias a sus estudios, encontraron una actividad reducida en regiones del cerebro, que son típicamente activas durante el razonamiento matemático, y vieron que estos efectos eran específicos de la ansiedad matemática y no estaban relacionados con la ansiedad general, la inteligencia, la memoria de trabajo o la capacidad de lectura.

Expertos en neuroimagen y en modelado predictivo también están tratando de ver como la ansiedad matemática afecta al cerebro. El objetivo del modelado predictivo es típicamente estimar un estado o rasgo (fenotípico) característico de un individuo a partir de sus datos de neuroimagen. Erickson (2015), en su tesis doctoral sobre ansiedad matemática y metacognición en la educación matemática, señala que Danker y Anderson (2007) sugieren que los modelos cognitivos son capaces de distinguir entre la ansiedad matemática y otras representaciones en la corteza parietal y la corteza prefrontal; su resultado sorprendente fue que ambas regiones del cerebro estaban activas pero con diferentes niveles de activación (p. 23). Otros investigadores han examinado varios tipos de actividad cerebral asociada con la ansiedad matemática debido a interpretaciones evaluativas negativas o a evaluaciones de amenazas como "Nunca me motivaré para aprender matemáticas porque no siento que las matemáticas sean útiles", que se centra en la amígdala, la corteza parietal posterior y la corteza prefrontal dorsolateral.

Ansiedad y ansiedad matemática

La ansiedad matemática se ha definido como "un sentimiento de tensión y ansiedad que interfiere con la manipulación de los números y la resolución de problemas matemáticos en la vida cotidiana y las situaciones académicas" (Richardson y Suinn, 1972) pero lo que no está del todo claro es si se

trata de un problema de ansiedad general o hay una forma específica de ansiedad para las matemáticas con características propias.

Pese a que diversos estudios muestran que la ansiedad matemática es separable de otras formas de ansiedad, otros autores sostienen que esta afirmación no se puede determinar. Varios estudios sugieren que la ansiedad matemática está más estrechamente relacionada con otras medidas de ansiedad, especialmente la ansiedad en los exámenes, que con las medidas de capacidad y rendimiento académico (Hembree, 1990; Hopko, Ashcraft et al., 1998). Estos estudios suelen mostrar correlaciones entre las medidas de ansiedad en matemáticas y la ansiedad en los exámenes. Sin embargo, la ansiedad en las matemáticas no puede reducirse ni a ansiedad en los exámenes ni a ansiedad general. Las personas pueden mostrar ansiedad en el desempeño no sólo con respecto a los exámenes y pruebas, sino también con respecto a una variedad de temas escolares o de la vida. Por lo general, se supone que las matemáticas provocan reacciones emocionales más fuertes, y especialmente ansiedad, que la mayoría de las otras materias académicas, pero esta suposición todavía necesita estudios más detallados y ser investigada con más profundidad (Punaro y Reeve, 2012). Aunque, la suposición general es que las personas muestran más ansiedad y actitudes negativas hacia las matemáticas que hacia otras materias académicas, no ha habido apenas estudios que comparen directamente las actitudes hacia las matemáticas con las de otras materias. Dowker, Sarkar y Looi (2016) afirman que, ciertamente, existe ansiedad hacia realizar otras tareas que no son las matemáticas, especialmente cuando el desempeño de estas tareas se lleva a cabo frente a otras personas. Se ha descubierto que las personas con dislexia muestran ansiedad acerca de la alfabetización (Carroll & Iles, 2006). Es bien sabido que el aprendizaje y uso de lenguas extranjeras, especialmente por parte de los adultos, a menudo se ve inhibido por la ansiedad (Horwitz et al., 1986). Los estudiantes de música, e incluso los músicos exitosos, a menudo demuestran ansiedad por la interpretación musical (Kenny, 2011). Punaro y Reeve (2012) sugieren que aunque las matemáticas no son la única asignatura que provoca ansiedad, la ansiedad puede ser más severa y, posiblemente, afectar más al rendimiento para las matemáticas que para otras asignaturas.

Dowker, Sarkar y Looi (2016) dicen que las actitudes hacia las matemáticas, incluso las actitudes negativas, no pueden equipararse con la ansiedad matemática, ya que las primeras se basan en factores motivacionales y cognitivos, mientras que la ansiedad es un factor específicamente emocional. Sin embargo, las medidas de actitud tienden a correlacionarse bastante estrechamente con la ansiedad matemática. Esto puede ser porque las personas que piensan que son malas en matemáticas son más propensas a estar ansiosas. La mayoría de los estudios indican una relación negativa entre el autoconcepto matemático y la ansiedad matemática (Hembree, 1990), pero en esta relación es difícil establecer la dirección de la causalidad: ¿lleva la ansiedad a una falta de confianza en la propia capacidad matemática, o la falta de confianza en la propia capacidad matemática hace que uno se sienta más ansioso?

DISCUSIÓN

Tal y como se ha planteado, esta problemática parece afectar a nivel global y son numerosos los estudios que se están llevando a cabo actualmente. Carey, Devine, Hill, Dowker, McLellan y Szucs (2019) opinan que la ansiedad matemática puede estar contribuyendo a un nivel relativamente bajo en aritmética matemática en los adultos del Reino Unido. Ersozlu y Karakus (2019), en su análisis bibliométrico, han visto que pese a la prevalencia de los EE.UU en la literatura de ansiedad matemática, otros países como Inglaterra, Alemania, España, Canadá, Turquía, Italia, Australia, Israel, Austria, Países Bajos, República Popular China y Singapur también muestran gran actividad de investigación en este área. Según los años de publicación de los estudios, Inglaterra, Italia,

Holanda, España e Israel han tenido las publicaciones más recientes sobre ansiedad matemática, y esto indica que hay una preocupación por parte de estos países sobre esta problemática actual.

La literatura cognitiva muestra cómo el rendimiento matemático depende críticamente de la memoria de trabajo y que las personas que se ponen muy nerviosas al hacer matemáticas no pueden demostrar sus habilidades en el área matemática por el miedo que sienten (Ashcraft y Krause, 2007). Esto no debe ser confundido con una dificultad cognitiva, porque como hemos visto, una posibilidad es que se trate de un fenómeno fundamentalmente emocional. Diversos autores (Steele, 2010; Beilock, Gunderson, Ramírez y Levine, 2010; Maloney, Ramírez, Gunderson, Levine y Beilock, 2015; Ramírez, Hooper, Kersting, Ferguson, y Yeager, 2018) han estudiado cómo la percepción de los estereotipos culturales, sociales, de género, etc. pueden estar asociados a la ansiedad matemática y al rendimiento matemático.

Sobre que existe una relación entre la ansiedad matemática y el rendimiento matemático no hay duda, pero, ¿es la ansiedad matemática separable de otras formas de ansiedad? De momento, la pregunta está en el aire. Como se ha visto en los estudios, no está claro hasta qué punto la ansiedad matemática causa dificultades matemáticas, y hasta qué punto las dificultades matemáticas y las experiencias resultantes de fracaso causan ansiedad matemática; existen pruebas significativas de que la ansiedad matemática interfiere con la realización de tareas matemáticas, especialmente aquellas que requieren memoria de trabajo sin embargo, es difícil definir la prevalencia de la ansiedad matemática, ya que en las medidas de ansiedad matemática no hay un límite claro establecido sobre si un individuo padece ansiedad matemática o no (Devine, Hill, Carey, y Szűcs, 2018). Desde una perspectiva aplicada, pedagógica, investigadora y diagnóstica es necesario avanzar en la ordenación de los indicadores de la ansiedad matemática. La urgencia de esta labor es ampliamente reconocida desde un punto de vista educativo, pues la educación inclusiva y personalizada de los niños y adolescentes con ansiedad matemática necesita resolver este problema para que esos alumnos puedan realizar sus estudios adecuadamente. Sin duda, numerosos investigadores (por ejemplo Ashcraft y Krause, 2007; Carey, Hill, Devine, y Szűcs, 2016; Chang y Beilock, 2016; Dowker, Sarkar y Looi, 2016) mantienen que los individuos a los que las matemáticas les generan preocupación se caracterizan por una fuerte tendencia a evitar las matemáticas, que en última instancia, reduce su competencia matemática y les excluye importantes trayectorias profesionales. Recientemente se han desarrollado varias intervenciones para aliviar la relación entre la ansiedad matemática y el bajo rendimiento matemático. Es posible que las futuras intervenciones podrían beneficiarse si se enfocan de una forma integral y se actúa a la vez, tanto en lo que se corresponde con en el plano individual como en aquello que se corresponda con los factores ambientales que rodean a los individuos, ya que las investigaciones actuales sobre el comportamiento y la psicofisiología revela que el vínculo entre la ansiedad matemática y el rendimiento matemático está relacionado con factores individuales (cognitivos, afectivos/fisiológicos, motivacionales) y ambientales (sociales/contextuales), (Chang y Beilock, 2016).

Finalmente, en base a lo expuesto hasta aquí, surge de forma natural establecer una serie de líneas de trabajo:

- Sería conveniente que los padres y los maestros intentasen modelar actitudes positivas hacia las matemáticas y evitar expresar actitudes negativas hacia los niños, sin embargo, esto puede ser difícil si los padres o los profesores están muy preocupados por las matemáticas. Esto es un doble problema, porque no sólo no ayuda a solucionar el problema de ansiedad matemática del niño, sino que podría agravarlo porque, como se ha visto en este documento, la ansiedad de los padres y profesores se puede trasladar a los niños fácilmente.

- Podría ser ventajoso en el rendimiento aplicar técnicas de relajación antes de los exámenes de matemáticas para bajar el nivel de ansiedad de los alumnos. Al obtener mejores resultados académicos podría disminuir la ansiedad matemática, y así sería más fácil salir del círculo vicioso.
- Incrementar y mejorar la divulgación y promoción de las matemáticas en los medios de comunicación por ser interesantes e importantes podría ayudar a combatir los estereotipos de su aprendizaje y a facilitar la comprensión de éstas.
- Además, habría que considerar que las matemáticas tienen diversos componentes (cálculo, estadística, geometría, análisis, conceptos abstractos, resolución de problemas...) y que diferentes estrategias pueden ser efectivas atendiendo a los diferentes componentes.

CONCLUSIÓN

En este artículo se ha realizado una revisión del tema de la ansiedad matemática que sufren muchas personas, y en especial los jóvenes, cuando tienen que enfrentarse a una tarea matemática. Se han incluido artículos científicos actuales donde se explican los estudios más recientes y las tendencias que se están realizando en el ámbito internacional, ya que la investigación sobre la ansiedad matemática está en continuo desarrollo y cada vez se realizan más investigaciones a nivel global. También se ha visto que esta problemática es una de las más importantes del campo de la enseñanza de las matemáticas y este documento se ha presentado como una revisión descriptiva que proporcione al lector una puesta al día sobre conceptos útiles referidos a la ansiedad matemática, y para que los docentes, psicopedagogos y orientadores reflexionen cómo abordar nuevas pedagogías en este área teniendo en cuenta, por ejemplo, de acuerdo a lo que hemos visto, que es muy probable que las intervenciones tempranas para niños con dificultades matemáticas puedan ayudar a prevenir una espiral viciosa, donde las dificultades matemáticas causan ansiedad, lo que causa dificultades adicionales con las matemáticas.

En base a todas estas consideraciones, es importante que los educadores, las familias y los orientadores hagan un esfuerzo para que el miedo y la ansiedad de los individuos hacia las matemáticas no tengan un efecto negativo en sus logros en matemáticas, motivarles, darles apoyo y mantener altas sus expectativas dándoles los incentivos apropiados. Mejorar las actitudes hacia las matemáticas significa no sólo reducir la ansiedad y otras emociones negativas hacia las matemáticas, sino también aumentar las emociones positivas hacia las matemáticas.

Otra conclusión importante es la necesidad de ampliar la investigación sobre la eficacia de las diferentes estrategias para mejorar las actitudes ante las matemáticas.

REFERENCIAS

- Arroyo, I., Woolf, B. P., Burelson, W., Muldner, K., Rai, D., y Tai, M. (2014). A multimedia adaptive tutoring system for mathematics that addresses cognition, metacognition and affect. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 24(4), 387-426.
- Ashcraft, M. H., y Kirk, E. P. (2001). The relationships among working memory, math anxiety, and performance. *Journal of experimental psychology: General*, 130(2), 224.
- Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Current directions in psychological science*, 11(5), 181-185.
- Ashcraft, M. H., y Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic bulletin & review*, 14(2), 243-248.

- Beilock, S. L., Gunderson, E. A., Ramirez, G., y Levine, S. C. (2010). Female teachers' math anxiety affects girls' math achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(5), 1860-1863.
- Benard, B. (1995). *Fostering Resilience in Children*. ERIC Digest.
- Benjamin, A. S., Bjork, R. A., y Schwartz, B. L. (1998). The mismeasure of memory: when retrieval fluency is misleading as a metamnemonic index. *Journal of Experimental Psychology: General*, 127(1), 55.
- Bieg, M., Goetz, T., Wolter, I., y Hall, N. C. (2015). Gender stereotype endorsement differentially predicts girls' and boys' trait-state discrepancy in math anxiety. *Frontiers in psychology*, 6, 1404.
- Brown, M., Brown, P., y Bibby, T. (2008). "I would rather die": reasons given by 16-year-olds for not continuing their study of mathematics. *Research in Mathematics Education*, 10(1), 3-18.
- Bull, R., Espy, K. A., y Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental neuropsychology*, 33(3), 205-228.
- Carey, E., Hill, F., Devine, A., y Szűcs, D. (2016). The chicken or the egg? The direction of the relationship between mathematics anxiety and mathematics performance. *Frontiers in psychology*, 6, 1987.
- Carey, E., Hill, F., Devine, A., y Szűcs, D. (2017). The modified abbreviated math anxiety scale: A valid and reliable instrument for use with children. *Frontiers in psychology*, 8, 11.
- Carey, E., Devine, A., Hill, F., Dowker, A., McLellan, R., y Szucs, D. (2019). Understanding Mathematics Anxiety: Investigating the experiences of UK primary and secondary school students.
- Carroll, J. M., y Iles, J. E. (2006). An assessment of anxiety levels in dyslexic students in higher education. *Br. J. Educ. Psychol.* 76, 651-662.
- Chang, H., y Beilock, S. L. (2016). The math anxiety-math performance link and its relation to individual and environmental factors: A review of current behavioral and psychophysiological research. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 10, 33-38.
- Chipman, S. F., Krantz, D. H., y Silver, R. (1992). Mathematics anxiety and science careers among able college women. *Psychological science*, 3(5), 292-296.
- Danker, J. F., y Anderson, J. R. (2007). The roles of prefrontal and posterior parietal cortex in algebra problem solving: A case of using cognitive modeling to inform neuroimaging data. *Neuroimage*, 35(3), 1365-1377.
- Devine, A., Hill, F., Carey, E., y Szűcs, D. (2018). Cognitive and emotional math problems largely dissociate: Prevalence of developmental dyscalculia and mathematics anxiety. *Journal of Educational Psychology*, 110(3), 431.
- Dowker, A., Sarkar, A., y Looi, C. Y. (2016). Mathematics anxiety: What have we learned in 60 years?. *Frontiers in psychology*, 7, 508.
- Dweck, C. S. (2000). *Self-Theories: Their Role in Motivation, Personality, and Development*. *Essays in Social Psychology*.
- Etchepareborda, M. C., y Abad-Mas, L. (2005). Memoria de trabajo en los procesos básicos del aprendizaje. *Revista de neurología*, 40(1), 79-83.
- Erickson, S. L. (2015). *Math Anxiety and Metacognition in Mathematics Education* (Tesis Doctoral, UC Merced).

- Ersozlu, Z., y Karakus, M. (2019). Mathematics anxiety: mapping the literature by bibliometric analysis. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15, 2.
- Faust, M. W. (1992). Analysis of physiological reactivity in mathematics anxiety. (Tesis Doctoral sin publicar). Bowling Green State University, Bowling Green, OH.
- Gresham, G. (2009). An Examination of Mathematics Teacher Efficacy and Mathematics Anxiety in Elementary Pre-service Teachers. *Journal of Classroom Interaction*, 44.
- Gunderson, E. A., Park, D., Maloney, E. A., Beilock, S. L., y Levine, S. C. (2018). Reciprocal relations among motivational frameworks, math anxiety, and math achievement in early elementary school. *Journal of Cognition and Development*, 19(1), 21-46.
- Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for research in mathematics education*, 33-46.
- Hill, F., Mammarella, I. C., Devine, A., Caviola, S., Passolunghi, M. C., y Szűcs, D. (2016). Maths anxiety in primary and secondary school students: Gender differences, developmental changes and anxiety specificity. *Learning and Individual Differences*, 48, 45-53.
- Hopko, D. R., Ashcraft, M. H., Gute, J., Ruggiero, K. J., y Lewis, C. (1998). Mathematics anxiety and working memory: Support for the existence of a deficient inhibition mechanism. *Journal of anxiety disorders*, 12(4), 343-355.
- Horwitz, E. K., Horwitz, M. B., y Cope, J. (1986). Foreign language classroom anxiety. *The Modern language journal*, 70(2), 125-132.
- Jamieson, J. P., Nock, M. K., y Mendes, W. B. (2012). Mind over matter: Reappraising arousal improves cardiovascular and cognitive responses to stress. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(3), 417.
- Johnston-Wilder, S., y Lee, C. (2010). Developing mathematical resilience.
- Johnston-Wilder, S., y Moreton, J. (2018). Developing Mathematical-Resilience-Promoting Practices in Teachers.
- Kenny, D. (2011). *The psychology of music performance anxiety*. OUP Oxford.
- Koriat, A., & Bjork, R. A. (2006). Mending metacognitive illusions: A comparison of mnemonic-based and theory-based procedures. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 32(5), 1133.
- Krinzinger, H., Kaufmann, L., y Willmes, K. (2009). Math anxiety and math ability in early primary school years. *Journal of psychoeducational assessment*, 27(3), 206-225.
- Lamont, R. A., Swift, H. J., y Abrams, D. (2015). A review and meta-analysis of age-based stereotype threat: Negative stereotypes, not facts, do the damage. *Psychology and aging*, 30(1), 180.
- Lee, C., y Johnston-Wilder, S. (2018). Getting into and staying in the Growth Zone.
- Liebert, R. M., y Morris, L. W. (1967). Cognitive and emotional components of test anxiety: a distinction and some initial data. *Psychol. Rep.* 20, 975-978
- Lyons, I. M., y Beilock, S. L. (2012). When math hurts: math anxiety predicts pain network activation in anticipation of doing math. *PloS one*, 7(10), e48076.
- Ma, X., y Kishor, N. (1997). Assessing the relationship between attitude toward mathematics and achievement in mathematics: A meta-analysis. *Journal for research in mathematics education*.

- Ma, X., y Xu, J. (2004). The causal ordering of mathematics anxiety and mathematics achievement: a longitudinal panel analysis. *Journal of adolescence*, 27(2), 165-179.
- Málaga Diéguez, I. (2014). 1. Los trastornos del aprendizaje. Definición de los distintos tipos y sus bases neurobiológicas.
- Maloney, E. A., y Beilock, S. L. (2012). Math anxiety: Who has it, why it develops, and how to guard against it. *Trends in cognitive sciences*, 16(8), 404-406.
- Maloney, E. A., Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., y Beilock, S. L. (2015). Intergenerational effects of parents' math anxiety on children's math achievement and anxiety. *Psychological Science*, 26(9), 1480-1488.
- Maloney, E. A., Schaeffer, M. W., & Beilock, S. L. (2013). Mathematics anxiety and stereotype threat: shared mechanisms, negative consequences and promising interventions. *Research in Mathematics Education*, 15(2), 115-128.
- Mammarella, I. C., Hill, F., Devine, A., Caviola, S., y Szűcs, D. (2015). Math anxiety and developmental dyscalculia: a study on working memory processes. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 37(8), 878-887.
- McEwen, B. S., Bowles, N. P., Gray, J. D., Hill, M. N., Hunter, R. G., Karatsoreos, I. N., y Nasca, C. (2015). Mechanisms of stress in the brain. *Nature neuroscience*, 18(10), 1353.
- Moore, L. J., Vine, S. J., Wilson, M. R., y Freeman, P. (2012). The effect of challenge and threat states on performance: An examination of potential mechanisms. *Psychophysiology*, 49(10), 1417-1425.
- OECD (2013), PISA 2012 Results: Ready to Learn (Volume III): Students' Engagement, Drive and Self-Beliefs, PISA, OECD Publishing, Paris
- Peper, E., Harvey, R., Mason, L., y Lin, I. M. (2018). Do better in math: How your body posture may change stereotype threat response. *NeuroRegulation*, 5(2), 67-67.
- Pletzer, B., Kronbichler, M., Nuerk, H. C., y Kerschbaum, H. H. (2015). Mathematics anxiety reduces default mode network deactivation in response to numerical tasks. *Frontiers in human neuroscience*, 9, 202.
- Punaro, L., y Reeve, R. (2012). Relationships between 9-year-olds' math and literacy worries and academic abilities. *Child Development Research*, 2012.
- Qin, S., Hermans, E. J., van Marle, H. J., Luo, J., y Fernández, G. (2009). Acute psychological stress reduces working memory-related activity in the dorsolateral prefrontal cortex. *Biological psychiatry*, 66(1), 25-32.
- Ramirez, G., Hooper, S. Y., Kersting, N. B., Ferguson, R., y Yeager, D. (2018). Teacher math anxiety relates to adolescent students' math achievement. *AERA Open*, 4(1), 2332858418756052.
- Ramirez, G., Shaw, S. T., y Maloney, E. A. (2018). Math anxiety: Past research, promising interventions, and a new interpretation framework. *Educational Psychologist*, 53(3), 145-164.
- Richardson, F. C., y Suinn, R. M. (1972). The mathematics anxiety rating scale: psychometric data. *Journal of counseling Psychology*, 19(6), 551.
- Sapolsky, R. M. (2015). Stress and the brain: individual variability and the inverted-U. *Nature neuroscience*, 18(10), 1344.
- Schmader, T., Hall, W., y Croft, A. (2015). Stereotype threat in intergroup relations. *APA handbook of personality and social psychology*, 2, 447-471.

- Shapiro, J. R., Williams, A. M., y Hambarchyan, M. (2013). Are all interventions created equal? A multi-threat approach to tailoring stereotype threat interventions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 104(2), 277.
- Spencer, S. J., Logel, C., y Davies, P. G. (2016). Stereotype threat. *Annual review of psychology*, 67, 415-437.
- Steele, C. M. (2011). *Whistling Vivaldi: How stereotypes affect us and what we can do*. WW Norton & Company.
- Stigler, J. W., y Hiebert, J. (2004). Improving mathematics teaching. *Educational leadership*, 61(5), 12-17.
- Thomas, G., y Dowker, A. (2000, September). Mathematics anxiety and related factors in young children. In *British Psychological Society Developmental Section Conference*.
- Tobias, S. (1978). *Overcoming math anxiety*. New York: W. W. Norton & Company, Inc.
- Tobias, S. (1991). Math mental health: Going beyond math anxiety. *College Teaching*, 39(3), 91-93.
- Vukovic, R. K., Kieffer, M. J., Bailey, S. P., y Harari, R. R. (2013). Mathematics anxiety in young children: Concurrent and longitudinal associations with mathematical performance. *Contemporary educational psychology*, 38(1), 1-10.
- Vukovic, R. K., Roberts, S. O., y Green Wright, L. (2013). From parental involvement to children's mathematical performance: The role of mathematics anxiety. *Early Education & Development*, 24(4), 446-467.
- Wang, Z., Lukowski, S. L., Hart, S. A., Lyons, I. M., Thompson, L. A., Kovas, Y., ... y Petrill, S. A. (2015). Is math anxiety always bad for math learning? The role of math motivation. *Psychological science*, 26(12), 1863-1876.
- Wigfield, A., y Meece, J. L. (1988). Math anxiety in elementary and secondary school students. *Journal of educational Psychology*, 80(2), 210.
- Young, C. B., Wu, S. S., y Menon, V. (2012). The neurodevelopmental basis of math anxiety. *Psychological Science*, 23(5), 492-501.

María Sagasti Escalona
Universidad de Almería
mariasagasti@gmail.com