





AMENAZA CONTEXTUAL MATEMÁTICA, ANSIEDAD MATEMÁTICA Y MEMORIA DE TRABAJO: SU PAPEL EN EL DESEMPEÑO EN PROBLEMAS INTUITIVOS DE UNA TAREA MATEMÁTICA

MATHEMATICAL CONTEXTUAL THREAT, MATH ANXIETY AND WORKING MEMORY: ITS ROLE IN PERFORMANCE IN INSIGHT PROBLEMS OF A MATHEMATICAL TASK

Leiner Víquez-García¹

 ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0009-9911-0691>

Vanessa Smith-Castro²

 ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-6348-4223>

Luis Rojas-Torres³

 ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-9085-2703>

Odir Rodríguez-Villagra⁴

 ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-8545-0857>

RESUMEN

Una persona está expuesta a una amenaza contextual matemática si, antes de realizar una tarea, se enfatiza explícitamente el carácter matemático de la misma y se indica que a partir de su desempeño la persona será perfilada en matemática y comparada con otras personas. Se manipula experimentalmente la exposición a la amenaza contextual matemática para explorar el efecto sobre el desempeño en los problemas intuitivos de una tarea, considerando casos en los que un indicador situacional confirma (o no) la amenaza. Se analizan resultados de 111 personas estudiantes universitarias costarricenses (edad promedio $M=21.04$ años, desviación estándar $SD=3.05$, 58 mujeres, 53 varones). Además, se controlan variables de ansiedad matemática y capacidad de memoria de trabajo. Se ajustan modelos lineales de efectos mixtos con los que se obtuvo evidencia del efecto estadísticamente significativo de la ansiedad

1 Instituto de Investigaciones Psicológicas, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, C. P. 11501-2060. Correo electrónico: leiner.viquez@ucr.ac.cr

2 Instituto de Investigaciones Psicológicas, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, C. P. 11501-2060 Correo electrónico: vanessa.smith@ucr.ac.cr

3 Instituto de Investigaciones Psicológicas, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, C. P. 11501-2060 Correo electrónico: luismiguel.rojas@ucr.ac.cr

4 Instituto de Investigaciones Psicológicas, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, C. P. 11501-2060 Correo electrónico: odir.rodriguez@ucr.ac.cr



matemática sobre los dos indicadores de desempeño (precisión y tiempo de respuesta) y de la capacidad de memoria de trabajo sobre la precisión. El análisis de los datos sugiere que la condición de amenaza contextual matemática no influye sobre el desempeño en la resolución de problemas intuitivos.

Palabras clave: amenaza, ansiedad matemática, memoria de trabajo, problemas intuitivos, desempeño matemático.

ABSTRACT

A person is exposed to a mathematical contextual threat if, before performing a task, the mathematical nature of the task is explicitly emphasized, and it is indicated that based on his or her performance the person will be profiled in mathematics and compared with other people. Exposure to mathematical contextual threat is experimentally manipulated to explore the effect on performance on insight problems of a task, considering cases in which a situational indicator confirms (or does not) the threat. Results from 111 Costa Rican university students are analyzed (average age $M = 21.04$ years, standard deviation $SD = 3.05$, 58 women, 53 men). In addition, mathematics anxiety and working memory capacity variables are controlled. Linear mixed effects models were fitted with which evidence was obtained of the statistically significant effect of mathematics anxiety on the two performance indicators (accuracy and response time) and of working memory capacity on precision. The analysis of the data suggests that the mathematical contextual threat condition does not influence performance in solving insight problems.

Keywords: threat, math anxiety, working memory, insight problems, math performance.

1. INTRODUCCIÓN

Los denominados *insight problems* en inglés, acá problemas *intuitivos*, son típicamente asociados con la experiencia de percibir su solución después de: (1) efectuar una interpretación y aproximación iniciales de la situación problemática planteada, (2) caer en un impasse y, (3) reconocer la necesidad de replantear de la representación inicial del problema. Este proceso de reestructuración, en caso de ser exitoso, hace que la respuesta surja repentinamente y podría parecer obvia a los ojos de la persona (Chuderski y Jastrzębski, 2017, 2018), al punto de expresar su hallazgo con la interjección ¡Ajá!, como referencia a una especie iluminación que se da después de cambiar el enfoque de la situación. El éxito al resolver un problema intuitivo depende principalmente de procesos que operan fuera del control de atención consciente, a diferencia del proceso de resolución de otro tipo de problemas (conocidos como *incrementales*) en los que su resolución se basa en métodos analíticos o algoritmos dependientes de procesos de atención controlada y una secuencia estructurada de pasos (Beilock y DeCaro, 2007; DeCaro, Van Stockum et al., 2016).

Se ha documentado que algunos factores afectivos pueden incidir sobre el desempeño en la resolución de problemas matemáticos (intuitivos o no), entre los que destaca la ansiedad matemática. Esta ha sido descrita como un sentimiento de tensión, aprensión o miedo que interfiere con el desempeño matemático (Ashcraft, 2002). Existe evidencia del impacto de la presión y la ansiedad sobre el desempeño en la resolución de problemas, debido a una disminución en la disponibilidad de recursos de la *memoria de trabajo* (DeCaro, Rotar, et al., 2010; DeCaro, Thomas et al., 2011). La memoria de trabajo es el sistema que permite mantener un número limitado de representaciones mentales, mientras que estas (u otro tipo de información) están siendo manipuladas simultáneamente durante la ejecución de tareas cognitivas complejas (Oberauer y Lewandowsky, 2016; Rodríguez-Villagra, 2015). El concepto capacidad de memoria de trabajo hace referencia a la capacidad limitada de memoria de trabajo que tiene una persona, de forma que ante un incremento en la demanda de memoria se da una disminución en su rendimiento. La capacidad de memoria de trabajo puede ser considerada como una variable diferenciadora entre individuos (Beilock y DeCaro, 2007; Oberauer y Kliegl, 2006).

Algunos estudios han explorado el rol de la capacidad de memoria de trabajo en la relación entre ansiedad matemática, desempeño en los problemas matemáticos y la selección de estrategias en su resolución (Chang y Beilock, 2016; Ramirez et al., 2013; Ramirez et al., 2016). De igual forma, se ha explorado la capacidad de memoria de trabajo con el diseño de intervenciones que buscan disminuir los efectos de la ansiedad ante las pruebas sobre el rendimiento (Bellinger et al., 2015; Park et al., 2014). Otros estudios (Beilock y DeCaro, 2007; DeCaro et al., 2010; DeCaro et al., 2016; Gimmig, et al., 2006; Ramirez et al., 2013; Ramirez et al., 2016) han implementado diseños de carácter experimental que involucran la resolución de problemas intuitivos matemáticos en condiciones de alta presión y han encontrado evidencia relacionada con que el incremento de la presión y de los niveles de ansiedad en los individuos con una mayor capacidad de memoria de trabajo se relaciona con un menor desempeño en la resolución de esos problemas. Sin embargo, estudios más recientes (Chuderski y Jastrzębski, 2017, 2018) llegan a implementar condiciones experimentales análogas pero con la conclusión contraria, es decir, una mayor capacidad de memoria de trabajo facilita la resolución de problemas intuitivos cuando se efectúan en condiciones de alta presión. Lo anterior parece sugerir que el efecto de la presión sobre la resolución de problemas intuitivos puede estar modulada por otros factores.

Para el presente estudio se delimitó el concepto de *amenaza contextual matemática* como la indicación explícita hecha a una persona de que una tarea que se encuentra por realizar reviste una naturaleza matemática, y tiene como propósito evaluarla o perfilarla en esa área para comparar su desempeño con el de otras personas. Este constructo no debe confundirse con la denominada *amenaza de estereotipo*, que se da cuando, en una situación en la que una persona está por efectuar una tarea, se destaca un estereotipo (usualmente negativo) que hace generalizaciones sobre el desempeño de los miembros de un grupo de pertenencia de la persona en esa tarea que está a punto de realizar. Se ha documentado que la exposición al estereotipo provoca una disminución en el desempeño de la persona con respecto a lo que dictan sus habilidades (Steele y Aronson, 1995). Por ejemplo, una situación de amenaza de estereotipo en matemáticas se da cuando se hacen afirmaciones relacionadas con el género de una persona, tal como cuando mujeres son expuestas a la afirmación estereotípica “*las mujeres no son tan buenas en matemáticas como los hombres*”, justo antes de efectuar una tarea matemática, y esta exposición provoca una disminución en su desempeño en comparación con las mujeres que no tuvieron exposición a esa afirmación (Cadinu et al., 2005; Franceschini et al., 2014; Nguyen y Ryan, 2008).

Por definición, la amenaza contextual matemática no recurre a enunciados estereotipados sobre la identidad social del individuo como miembro de un grupo en particular (por género, etnia, etc.). A pesar de sus diferencias, se vuelve de interés explorar si la amenaza de estereotipo y la amenaza contextual matemática comparten algunos mecanismos subyacentes. Por ejemplo, Murphy y Taylor (2012) señalan que la amenaza de estereotipo es inicializada y mantenida por señales situacionales amenazantes en el entorno, explícitas o sutiles, que pueden ser interpretadas por la persona expuesta previamente al estereotipo como una advertencia de un posible maltrato o devaluación. Particularmente, si las señales indican que la pertenencia a un grupo tiene alguna valencia particular en el ámbito específico al que hace referencia el estereotipo. Al traer este mecanismo de vigilancia aumentada a una situación de amenaza contextual matemática, es válido cuestionarse qué sucede si la amenaza es coherente con un factor situacional que permita suponer que la tarea matemática va a tener un alto nivel de dificultad. Específicamente, surge la interrogante de si una situación de coherencia entre amenaza y señales situacionales provocaría la activación o la intensificación de algún efecto negativo sobre el desempeño en la tarea.

De todo lo anterior se concluye que el desempeño en matemática de las personas puede verse afectado por factores como la amenaza de estereotipo y la ansiedad matemática.

Maloney et al. (2013) han resumido hallazgos de varios estudios en ese sentido y destacan que, a pesar de sus diferentes etiologías, ese efecto de la ansiedad matemática y la amenaza de estereotipo sobre el desempeño está relacionado con la memoria de trabajo, que se ha identificado como un mecanismo común a ambos procesos. De todo lo anterior, se planteó la pregunta de si en una situación de amenaza contextual matemática se darán relaciones similares entre la ansiedad matemática, la capacidad de memoria de trabajo y el desempeño en problemas matemáticos intuitivos. Así, el objetivo para el estudio fue explorar el papel de la amenaza contextual matemática sobre el desempeño de los individuos en problemas matemáticos intuitivos en una tarea matemática, controlando las variables de ansiedad matemática y capacidad de memoria de trabajo. Para el estudio se formularon dos hipótesis que predicen lo siguiente:

1. Un efecto principal de la amenaza contextual matemática sobre el desempeño en la resolución de problemas intuitivos. El efecto esperado evidenciaría lo siguiente: (i) la exposición a la amenaza contextual matemática generaría en las personas participantes un incremento en su consumo del tiempo disponible para resolución de cada problema, así como una disminución en la precisión de las respuestas, en comparación con los participantes que no son expuestos a la amenaza. Y (ii) la exposición consecutiva a una amenaza contextual matemática y a un indicador situacional que muestre coherencia con la amenaza provocaría en las personas participantes un incremento en su consumo del tiempo disponible para la resolución de cada problema, así como una disminución en la precisión de sus respuestas, en comparación con las personas participantes que son expuestas a la amenaza contextual matemática y luego a un indicador situacional que no es coherente con la amenaza.
2. Con respecto a las otras variables de interés, (i) un efecto de la ansiedad matemática sobre ambos indicadores de desempeño, a saber, un mayor nivel de ansiedad matemática se asociará con un aumento en el consumo del tiempo disponible para la resolución de cada problema y con una disminución en la precisión de las respuestas y; (ii) un efecto de la capacidad de memoria de trabajo sobre la precisión, a saber, una mayor capacidad de memoria de trabajo se asociará con una mayor proporción de respuestas correctas.

2. ABORDAJE METODOLÓGICO

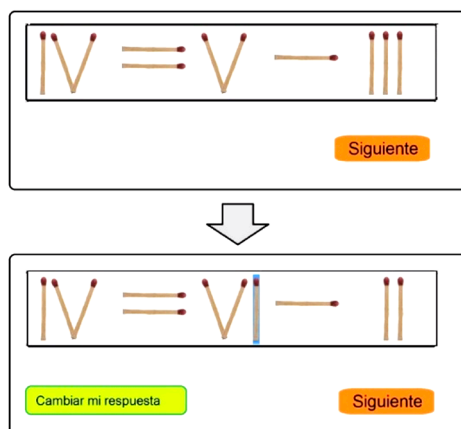
2.1. Participantes

Para el estudio se reclutaron inicialmente 112 personas universitarias. Sin embargo, una participante de la carrera de Psicología fue excluida ya que manifestó haber sido asistente en un proyecto de investigación en el cual había dirigido varias de las tareas utilizadas en el presente estudio y estaba muy familiarizada con ellas. De esta manera, se incluyeron los datos de 111 participantes, con un rango de edad que abarcaba desde los 18 años hasta los 33 años ($M = 21.04$ años, $SD = 3.05$). La muestra estuvo conformada por 58 mujeres y 53 varones que participaron voluntariamente, sin recibir gratificación alguna por su participación. Al no haber restricción en cuanto al área de estudio, había participantes de diversas carreras. Todas las personas participantes firmaron un consentimiento informado aprobado por el Comité Ético Científico de la Universidad de Costa Rica.

2.2. Materiales

Tarea de ecuaciones con fósforos (adaptación de Knoblich et al., 1999). Versiones en papel y lápiz de esta tarea han sido aplicadas en estudios que exploran la relación entre capacidad de memoria de trabajo, resolución de problemas intuitivos e inteligencia fluida (Chuderski y Jastrzębski, 2017, 2018; DeCaro et al., 2016). Los problemas de esta tarea son de carácter aritmético en los que se establecen igualdades falsas escritas con números romanos. Cada problema involucra tres números romanos, un operador que puede ser suma o resta y el símbolo de igualdad, presentados en imágenes que los muestran como si hubieran sido construidos con “fósforos”. La resolución del problema requiere reescribir el enunciado falso como uno verdadero cambiando de posición únicamente uno de los fósforos que conforman la imagen. Existe una única solución para cada problema y en la versión computarizada diseñada para el estudio la persona participante podía arrastrar un único fósforo con el mouse a una nueva posición en un tiempo máximo de dos minutos (ver Figura 1).

Figura 1 – Ilustración de un problema de ecuaciones con fósforos y su solución.



Se utilizó la categorización de Öllinger et al. (2008), para este tipo de problemas: (i) problemas de tipo estándar (ST por su nombre en inglés: *standard type problems*) que requieren mover un fósforo en posición vertical de un numeral a otro (por ejemplo, $IV=III+III \rightarrow VI=III+III$). (ii) Problemas de relajación de restricciones (CR por su nombre en inglés: *constraint relaxation problems*) que requieren desestimar restricciones que generalmente se asumen pero que no son reglas declaradas, tales como que en cada enunciado aritmético correcto no puede haber más de un signo igual o que los signos de los operadores de suma o resta no se pueden alterar (por ejemplo, $II-III=II \rightarrow II=II=II$, o, $II=V+IV \rightarrow II=VI-IV$). Finalmente, (iii) problemas de descomposición de trozos (CD por su nombre en inglés: *chunk decomposition problems*) cuya resolución requiere deslizar uno de los dos fósforos de un numeral romano compuesto por una sola figura numérica de dos fósforos que forman una V para reescribirla como X o viceversa (por ejemplo, $VI=VIII+III \rightarrow XI=VIII+III$).

Para Knoblich, et al. (2001) los procesos de descomposición de trozos y relajación de restricciones se relacionan con la naturaleza intuitiva (*insight*) de los de los problemas de aritmética con fósforos. En el presente estudio se adoptó la categorización de Öllinger et al. (2008) para clasificar los problemas, identificar los intuitivos y definir la dificultad de cada uno (ver Tabla 1). Así, la versión de la tarea usada en el estudio contó con 24 problemas, de los cuales 7 fueron problemas incrementales (ST) y 17 problemas intuitivos (12 CR + 5 CD); organizados en tres bloques de ocho problemas que fueron mostrados en el mismo orden a todos los participantes, con descansos de 30 segundos entre bloques. En los análisis estadísticos se incluyeron solo los problemas intuitivos CR, ya que en la adaptación computarizada de la tarea para los problemas de tipo CD fue necesario brindar instrucciones muy específicas acerca de cómo convertir la X en V y viceversa, por los que la naturaleza intuitiva de estos problemas se vio comprometida.

La confiabilidad de la tarea se examinó mediante el coeficiente alfa de Cronbach (1951) y se obtuvo $\alpha=.75$ para 23 reactivos (111 observaciones). Con respecto a la confiabilidad de la subescala conformada únicamente por los ítems intuitivos se obtuvo $\alpha=.8$ para 12 reactivos ($n=111$), valor que es considerado aceptable (Kline, 2000).

Tabla 1 - Problemas de ecuaciones con fósforos de la tarea matemática utilizada.

Bloque	Número	Categoría (Incremental / Intuitivo)	Tipo	Problema enunciado	Solución	Precisión
Primero	1	Incremental	ST	$IV=III+III$	$VI=III+III$	0.92
	2	Incremental	ST	$VI=VII+I$	$VII=VI+I$	0.55
	3	Intuitivo	CR2	$IV=III-I$	$IV-III=I$	0.45
	4	Intuitivo	CD	$VI=VIII+III$	$XI=VIII+III$	0.91
	5	Incremental	ST	$II=III+I$	$III=II+I$	0.77
	6	Intuitivo	CR1	$IV=VI+I$	$IV=VI-II$	0.74
	7	Intuitivo	CR3	$II-III=II$	$II=II=II$	0.16
	8	Intuitivo	CR2	$VIII=VI-II$	$VIII-VI=II$	0.51
Segundo	9	Incremental	ST	$IX=VIII+III$	$XI=VIII+III$	0.92
	10	Intuitivo	CR2	$III-VIII=V$	$III=VIII-V$	0.53
	11	Intuitivo	CR3	$VI=VI+VI$	$VI=VI=VI$	0.31
	12	Intuitivo	CD	$IV=V+IV$	$IX=V+IV$	0.88
	13	Intuitivo	CR1	$II=V+IV$	$II=VI-IV$	0.77
	14	Incremental	ST	$III=IV-III$	$III=VI-III$	0.83
	15	Intuitivo	CD	$I+III=IX$	$I+III=IV$	1.00
	16	Intuitivo	CR2	$V=III-II$	$V-III=II$	0.69
Tercero	17	Incremental	ST	$XI=I+XII$	$XII=I+XI$	0.52
	18	Incremental	ST	$IV=II+IV$	$VI=II+IV$	0.93
	19	Intuitivo	CR2	$I-IV=III$	$I=IV-III$	0.57
	20	Intuitivo	CR1	$I=II+II$	$I=III-II$	0.80

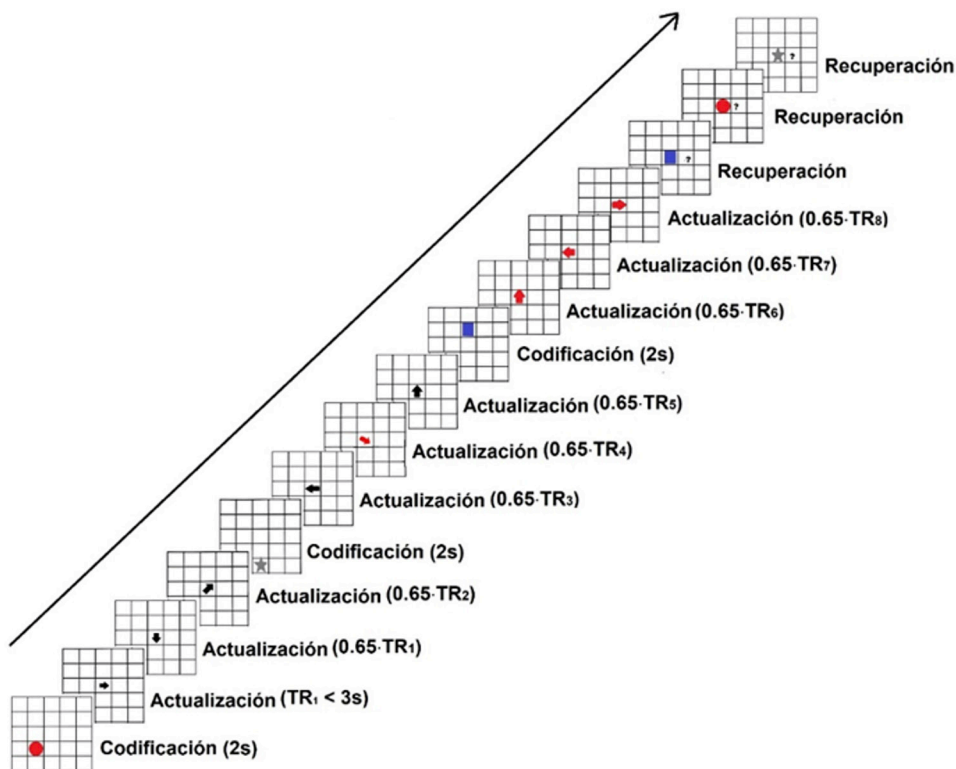
Bloque	Número	Categoría (Incremental / Intuitivo)	Tipo	Problema enunciado	Solución	Precisión
	21	Intuitivo	CD	$XI=III+III$	$VI=III+III$	0.97
	22	Intuitivo	CR3	$XI-XII=XI$	$XI=XI=XI$	0.24
	23	Intuitivo	CD	$IV=III+VI$	$IX=III+VI$	0.80
	24	Intuitivo	CR2	$VII-X=III$	$VII=X-III$	0.51

Nota. Para la clasificación de los problemas de aritmética con fósforos se utilizó la propuesta por Öllinger et al. (2008). La cuarta columna asigna abreviaturas para cada tipo de problema. ST: tipo estándar, CD: descomposición de trozos, CR1, CR2, CR3: tipo de relajación de la restricción, CR1 si se requiere relajar la restricción asumida de que un operador no varía, CR2 si se requiere relajar la restricción asumida de que ambos operadores no varían y CR3 si se requiere relajar la restricción de que los operadores no varían y que, además, deben ser distintos.

Escala de ansiedad matemática (Fennema y Sherman, 1976). Está compuesta por doce ítems tipo Likert (1=totalmente en desacuerdo, 5=totalmente de acuerdo) como “*estaría dispuesto a llevar cursos de matemáticas*”, “*casi nunca me pongo nervioso durante un examen de matemáticas*” o “*las matemáticas me hacen sentir preocupado o confundido*”. Para el estudio se implementó una adaptación de una versión en español de la escala diseñada por Pérez-Tyteca (2012) y posteriormente ajustada por Meza et al.(2014). A esta última se le incorporaron sugerencias obtenidas mediante entrevistas cognitivas que se realizaron a doce personas con el perfil de la población meta durante el segundo semestre de 2017 y, posteriormente, la escala modificada fue aplicada durante el segundo semestre del 2018 a una muestra de 400 estudiantes universitarios en un estudio piloto. La confiabilidad de la escala adaptada se examinó mediante el coeficiente alfa de Cronbach (1951) y se obtuvo $\alpha=.84$ en el estudio piloto, y en la implementación final del diseño se obtuvo $\alpha=.9$ para los doce reactivos ($n=111$).

Tarea de actualización de memoria de trabajo (Rodríguez-Villagra, 2015). Oberauer y Kliegl (2006) señalan que una tarea de actualización de la memoria de trabajo es considerada como una medida válida para la medición de la capacidad de memoria de trabajo de una persona. De hecho, esos autores exploran los límites de dicha capacidad mediante una tarea de actualización que diseñaron para tal efecto. Versiones de esa tarea fueron implementadas por Rodríguez-Villagra et al.(2013) y Rodríguez-Villagra (2015) con el mismo propósito. Una adaptación de esta última se implementó en el presente estudio. En ella las personas participantes debían codificar la ubicación de un estímulo en una celda de una cuadrícula de 5 x 5 celdas en un tiempo máximo de 2 segundos. Pasado ese lapso el estímulo desaparecía y se sucedían tres etapas de actualización, una a una, mediante la presentación simultánea de la cuadrícula de 5 x 5 celdas y una flecha (negra o roja) ubicada en el cuadro central. Cada participante debía actualizar mentalmente la ubicación del estímulo (en la dirección señalada por la flecha si era de color negro o en la dirección opuesta si la flecha era de color rojo) y reportarla sucesivamente haciendo un clic con el mouse del ordenador sobre el recuadro que, de acuerdo con la última flecha, correspondería a la nueva ubicación del estímulo. Después de tres actualizaciones cada participante debía mantener en la memoria de trabajo la última localización del estímulo y al concluir cada una de las tres actualizaciones debía recuperar las posiciones finales de las tres figuras (ver Figura 2). La tarea estaba constituida por 35 ensayos en los que debían realizar el proceso de actualización mencionado con tres figuras distintas. La confiabilidad de la escala con los 35 reactivos se estableció mediante el coeficiente alfa de Cronbach (1951), para el que se obtuvo $\alpha=.94$ ($n=105$).

Figura 2 - Ilustración de un ensayo impar de la tarea de actualización de memoria de trabajo.



Nota. TR_i es el tiempo de respuesta para la actualización i de un ensayo, con $i=1, 2, \dots, 8$. La duración máxima para cada actualización no es constante y su valor se calculó tomando en cuenta si el ensayo era par o impar, así como el tiempo que le haya tomado efectuar la actualización anterior. Si el ensayo es impar el tiempo máximo para reportar la respuesta de la próxima actualización es $\text{Máx}_{i+1} = 0.65 \cdot TR_i$ milisegundos. Si se trata de un ensayo par, el tiempo máximo de actualización para el siguiente ensayo será de $\text{Máx}_{i+1} = 1.7 \cdot TR_i$ milisegundos. Para la primer actualización el tiempo máximo es de 3 segundos.

Inventario de ansiedad estado-rasgo STAI (Spielberger et al., 1970, 1982). La escala tiene como propósito medir características que evidencian la presencia habitual de ansiedad en una persona. La ansiedad general (rasgo) fue incorporada como variable controlada para tener una referencia que permitiera determinar si un efecto por ansiedad sobre el desempeño es atribuible a la ansiedad matemática o a un rasgo estable de ansiedad de cada participante. De esta manera, el Inventario de ansiedad estado-rasgo (STAI por sus siglas en inglés) corresponde a una escala que mide de ansiedad en las dimensiones de estado y rasgo (Spielberger et al., 1970, 1982). No obstante, en la investigación se utilizó solo la subescala de rasgo formada por 20 ítems tipo Likert (0=casi nunca hasta 3=casi siempre). Las personas participantes reportaron la frecuencia con la que se identifican generalmente a los enunciados de los reactivos, como por ejemplo “suelo tomar las cosas demasiado en serio”, “me surgen y molestan pensamientos sin importancia” y “Soy feliz”. La adaptación del instrumento se efectuó mediante entrevistas cognitivas realizadas durante el segundo semestre de 2017 a doce personas

con el perfil de la población meta y, además, la escala modificada se aplicó el segundo semestre del 2018 a una muestra de 400 estudiantes universitarios en un estudio piloto. La confiabilidad de la escala se determinó mediante el coeficiente alfa de Cronbach (1951), que alcanzó un valor $\alpha=.91$ en el estudio piloto y para la ejecución del proyecto obtuvo $\alpha=.88$ ($n=111$).

2.3. Diseño

Una vez que la persona participante ingresaba a la versión computarizada de la tarea aparecían las indicaciones generales de la misma y, una vez leídas, al oprimir el botón de “continuar”, el programa lo asignaba aleatoriamente en una de las tres condiciones experimentales, por lo que las pantallas siguientes diferían dependiendo de en cuál de estas quedó asignada cada persona, así:

1. *Amenaza coherente*. En esta condición, se daba la exposición de los participantes a la amenaza contextual matemática, ya que se les instruía para que leyeran cuidadosamente el siguiente texto en pantalla:

“Antes de continuar con algunos ejemplos prácticos, recuerde que la tarea que está a punto de realizar medirá su velocidad y eficiencia en el razonamiento matemático, para compararlo con los demás participantes”

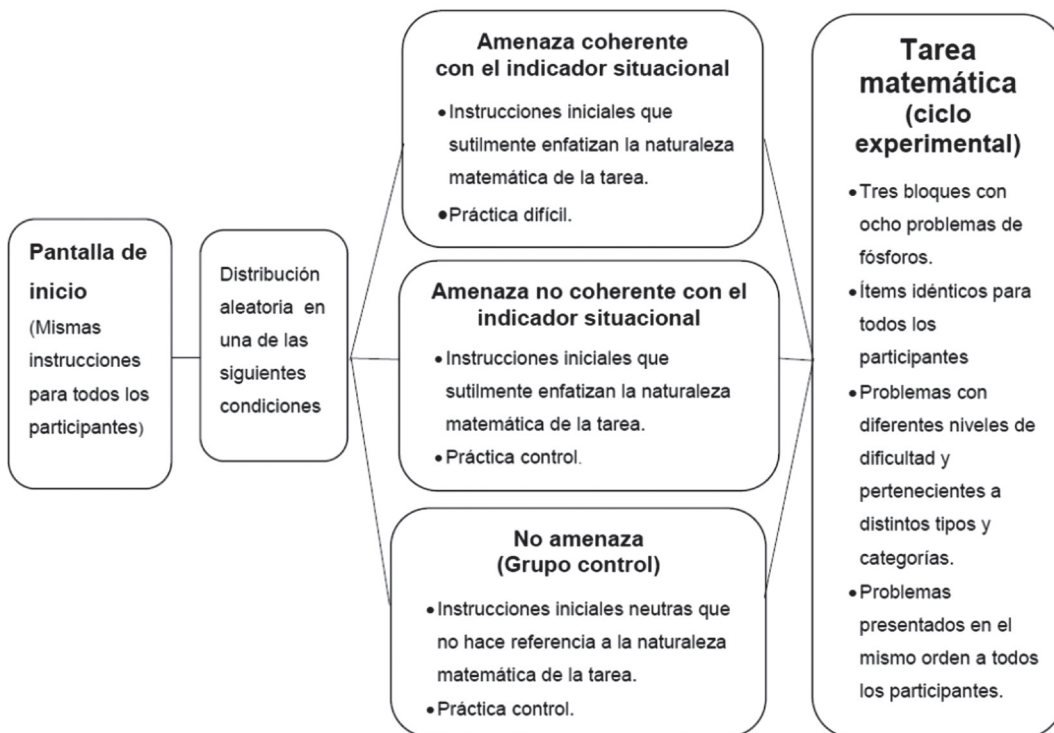
Una vez concluido lo anterior, en la siguiente pantalla se presentaba el indicador situacional coherente con la amenaza, que consistía en la presentación de tres problemas que debían resolver (denominados de acá en adelante como la *práctica difícil*), seleccionados con un nivel de dificultad alto según el criterio dado por Öllinger et al. (2008).

2. *Amenaza no coherente*. Las personas asignadas en esta condición eran expuestas a la misma amenaza contextual descrita anteriormente, pero con un indicador situacional inconsistente con esa amenaza; a saber, tres problemas que debían resolver (denominados en adelante la *práctica control*) con nivel de dificultad moderado/bajo, según el criterio de Öllinger et al. (2008).
3. *No amenaza*. Los participantes en esta condición no fueron expuestos a la amenaza contextual matemática. En su lugar, el programa desplegaba en la pantalla el siguiente enunciado neutro:

“Antes de continuar con algunos ejemplos prácticos, recuerde que la tarea que está a punto de realizar es una excelente manera de ejercitar su velocidad y agilidad mental”

Una vez leído el texto, los participantes asignados en esta condición, procedían a resolver la *práctica control* (ver la Figura 3).

Figura 3 – Resumen esquemático del diseño y las condiciones experimentales.



2.4. Procedimiento

Cada participante asistió a dos sesiones de trabajo en las que se atendió de manera simultánea dos personas a lo sumo. En la primera de las sesiones cada participante firmó el consentimiento informado y completó un cuestionario concerniente a su información demográfica. Una vez efectuado lo anterior, completó (en orden contrabalanceado) los instrumentos ya descritos para la medición de la ansiedad matemática y de la ansiedad general, así como la tarea matemática. En la segunda sesión, cada participante observó en la computadora una serie de diapositivas interactivas mediante las cuales se explicaba la tarea de actualización de memoria de trabajo, luego resolvió algunos ensayos de práctica y, para concluir, resolvió los 35 ítems de la tarea.

2.5. Análisis estadísticos

Para el procesamiento y análisis de los datos se utilizó el software R en Rstudio (R Core Team, 2021; RStudio Team, 2020) ejecutando comandos provistos por los siguientes paquetes: tidyverse (Wickham et al., 2019), lme4 (Bates et al., 2015), MuMIn (Barton, 2016) y Lattice (Sarkar, 2008). Se implementaron modelos lineales de efectos mixtos, fijos y aleatorios, (LMMs por sus siglas en inglés) diseñados para evaluar el efecto del factor entre sujetos (condiciones de amenaza), de la ansiedad matemática, de la ansiedad general rasgo y de la capacidad de memoria de trabajo, sobre el primer indicador de desempeño en la resolución

de problemas intuitivos (tiempo consumido para obtener la respuesta). También se estimaron modelos lineales de efectos mixtos generalizados, fijos y aleatorios, (GLMMs por sus siglas en inglés) para evaluar el efecto del factor entre los sujetos (tres condiciones de amenaza contextual matemática) y las mismas tres variables continuas incorporadas sobre el segundo indicador de desempeño (precisión en la respuesta obtenida, codificada como 0 si es incorrecta y como 1 si la es correcta). Debido a que la precisión es una variable dicotómica el análisis de la precisión se basa en la generalización de los LMMs: a saber, los GLMMs, ya que estos sí admiten el análisis para una variable dependiente discreta.

En los modelos se codificaron contrastes ortogonales a partir de comparaciones definidas por el usuario para evaluar las hipótesis. Los efectos fijos posibilitaron la estimación de las diferencias entre las condiciones, mientras que el intercepto corresponde a la gran media de las variables dependientes. Se incluyeron como efectos aleatorios el intercepto de los participantes y de los ítems considerados como intuitivos. Se utilizó la estimación por máxima verosimilitud para ajustar los modelos y determinar de sus parámetros.

Para el primer modelo, se definió como variable dependiente el indicador de desempeño de la tarea asociado al porcentaje de tiempo consumido con respecto a los 2 minutos disponibles para que cada participante diera la respuesta al ítem. De esta forma, se tiene que $(RT_c)_i = \frac{RT_i}{120\,000}$ en la cual RT_i es el tiempo de respuesta (en ms) registrado en el ítem $i=1, 2, 3, \dots, 24$. Este tiempo va desde el momento en que se despliega el problema en pantalla, hasta el instante en que el participante oprime el botón “siguiente” después de arrastrar el fósforo correspondiente para completar su respuesta. Si para el ítem i pasan los 2 minutos disponibles y el participante no llega a oprimir ese botón, entonces $RT_i = 120\,000$ y $(RT_c)_i=1$.

Para el segundo modelo, se definió como variable dependiente el indicador de desempeño la precisión en las respuestas $(ACC)_i$ en el ítem $i=1, 2, 3, \dots, 24$. Como ya se indicó anteriormente, $(ACC)_i = 1$ si la respuesta del ítem i es correcta y $(ACC)_i = 0$ si la respuesta del ítem i es incorrecta.

Los dos indicadores de desempeño se calcularon y se incluyeron en las bases de datos para todos los ítems de la tarea de aritmética con fósforos; sin embargo, en la implementación de los modelos lineales de efectos mixtos y en los análisis correlacionales se tomaron en cuenta únicamente la medición de los doce ítems tipo CR como los representantes de los problemas intuitivos.

3. RESULTADOS

3.1. Análisis correlacional

En la Tabla 2 se aprecia la matriz de correlaciones entre las variables incluidas en los modelos. Entre las correlaciones determinadas, destaca una fuerte correlación negativa que se da entre los dos indicadores de desempeño en la resolución de problemas intuitivos (RT_c y ACC). Con respecto a la ansiedad matemática se observa que tiene correlaciones altas y significativas con todas las demás variables (positivas con el consumo de tiempo y la ansiedad general rasgo, negativas con la precisión y la capacidad de memoria de trabajo).

En este punto, es importante resaltar que a pesar de que ambos tipos de ansiedad (matemática y rasgo) muestran una alta correlación positiva entre ellas, solamente la ansiedad matemática tuvo una correlación alta y significativa con las demás variables incluidas, al tiempo

que la ansiedad general rasgo no correlacionó de forma significativa con ninguna de ellas. Este resultado es coherente con lo señalado por Dowker et al. (2016) de que a pesar de existir una correlación alta y positiva entre ambos tipos de ansiedad no pueden ser equiparadas. Además, el resultado sugiera que ambos tipos de ansiedad no se relacionan de igual manera con el desempeño en la resolución de problemas intuitivos ni con la capacidad de memoria de trabajo.

Por otra parte, para la capacidad de memoria de trabajo se dio una correlación positiva y estadísticamente muy significativa es con la precisión en las respuestas, mientras que mostró correlaciones, también significativas, pero negativas con el consumo de tiempo y ansiedad matemática.

Tabla 2 – Matriz de correlaciones entre las variables.

Variables	RT_c	ACC	Ansiedad matemática	Ansiedad general rasgo	Capacidad de memoria de trabajo
RT_c	-				
ACC	-.55 ***	-			
Ansiedad matemática	.29 **	-.40 ***	-		
Ansiedad general rasgo	.13	-.18	.35 ***	-	
Capacidad de memoria de trabajo	-.28 **	.36 ***	-.32 ***	.05	-

Nota. RT_c = Porcentaje de tiempo consumido, ACC = Precisión (cantidad de respuestas correctas). Códigos de significancia estadística: * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$. En todas las correlaciones $n=111$ excepto para las que involucran la capacidad de memoria de trabajo (para estas $n=105$).

3.2. Modelos lineales de efectos mixtos (LMMs y GLMMs)

El proceso de ajustar los dos modelos finales que permitieran predecir, respectivamente, RT_c y ACC en términos del factor generado por las condiciones experimentales de amenaza contextual matemática y las demás variables de interés, requirió la comparación entre diferentes modelos preliminares que se iban definiendo sucesivamente mediante la incorporación sistemática de variables independientes al modelo anterior. Tanto en la sucesión generada de modelos para predecir RT_c como en la sucesión de modelos para predecir ACC, la comparación entre ellos se llevó a cabo mediante el logaritmo de la verosimilitud. Además, para la selección se utilizó el Criterio de Información Bayesiana (BIC), pues permite la comparación entre modelos con complejidad distinta, con la ventaja adicional de favorecer al modelo más parsimonioso. De acuerdo con lo establecido para este criterio, se seleccionó en cada caso el modelo con BIC menor. Finalmente, en la comparación entre cada par de modelos, también se efectuó el cálculo de la diferencia de BIC entre ambos (ΔBIC), lo que constituyó una medida de desambiguación al seleccionar uno de los modelos (Burnham y Anderson, 2004;

Wasserman, 2000), puesto que los valores obtenidos para ese parámetro sugirieron poco apoyo al modelo con mayor BIC.

Para ilustrar ese proceso, en la Tabla 3 se aprecian los parámetros para los dos últimos modelos competidores para predecir RT_c (M.1.1 y M.1.2. ajustados mediante LMMS) y los dos últimos modelos para predecir ACC (M.2.1. y M.2.2. ajustados mediante GLMMs). Para la predicción de consumo de tiempo (RT_c) el modelo ganador fue el M.1.1. (de acá en adelante simplemente modelo 1) y para la predicción de precisión (ACC) el modelo ganador fue el M.2.1. (de acá en adelante simplemente modelo 2). La utilización del BIC y el ΔBIC favoreció en ambos casos la parsimonia del modelo, es decir, dio preferencia el modelo con menor cantidad de parámetros.

Tabla 3 – Últimos dos modelos competidores para los indicadores de desempeño en los problemas intuitivos de la tarea (variable dependiente).

Modelo (V.D.)	Efectos fijos	Efectos aleatorios	GL	BIC	ΔBIC	Log-Lik
M.1.1. (RT_c)	$ACM_{(NoAm-Am)}$, $ACM_{(NoC-Coh)}$, AM, CMT.	$ID_{(int)}$, Item $_{(int)}$.	7	546.1	0	-244.50
M.1.2. (RT_c)	$ACM_{(NoAm-Am)}$, $ACM_{(NoC-Coh)}$, AM, CMT, AGR.	$ID_{(int)}$, Item $_{(int)}$.	8	553.2	7.1054	-244.48
Modelo	Efectos fijos	Efectos aleatorios	GL	BIC	ΔBIC	Log-Lik
M.2.1. (ACC)	$ACM_{(NoAm-Am)}$, $ACM_{(NoC-Coh)}$, AM, CMT.	$ID_{(int)}$, Item $_{(int)}$.	7	1415.8	0	-682.92
M.2.2. (ACC)	$ACM_{(NoAm-Am)}$, $ACM_{(NoC-Coh)}$, AM, CMT, AGR.	ID(int), Item(int).	8	1422.8	6.9578	-682.83

Nota: V.D.=Indicador del desempeño (variable dependiente); RT_c =porcentaje de tiempo consumido, ACC=Precisión (cantidad de respuestas correctas); GL= Grados de libertad; BIC=Criterio de Información Bayesiana; ΔBIC =Diferencia entre el modelo con el BIC más bajo y el modelo restante; Log-Lik=Logaritmo de la verosimilitud; ACM=Amenaza contextual matemática, AM = ansiedad matemática; AGR= ansiedad general rasgo; CMT=Capacidad de memoria de trabajo; ID = número identificador de cada participante; Item = número identificador del problema en la tarea. Los subíndices señalados entre paréntesis corresponden a: (Int)=Intercepto para las variables agrupadoras ID e Item; (NoAm-Am)=diferencia de los estimados en la condición de amenaza menos los estimados en la condición control; (NoCCoh)=diferencia de los estimados en condición de amenaza no coherente menos los estimados en condición de amenaza coherente.

Una vez efectuada la selección de los modelos ganadores, se efectuó el análisis correspondiente de los efectos mixtos. En la Tabla 4 se exponen los parámetros obtenidos para los efectos fijos de los modelos 1 y 2.

Tabla 4 – Parámetros estimados para los efectos fijos.

Modelo 1 (indicador <i>RTc</i> de la variable dependiente desempeño)					
Efecto fijo	Parámetro	Valor estimado	IC (95%)	Error estándar	T (valor- p)
Diferencias	$ACM_{(NoAm-Am)}$	0.003	[-0.014, 0.020]	0.009	0.366 (.715)
Diferencias	$ACM_{(NoC-Coh)}$	0.032	[0.002, 0.061]	0.015	2.123 (.036) *
Pendiente (Slope)	AM	0.167	[0.017, 0.317]	0.076	2.206 (.030) *
Pendiente (Slope)	CMT	-0.124	[-0.255, 0.006]	0.066	-1.883 (.063) .

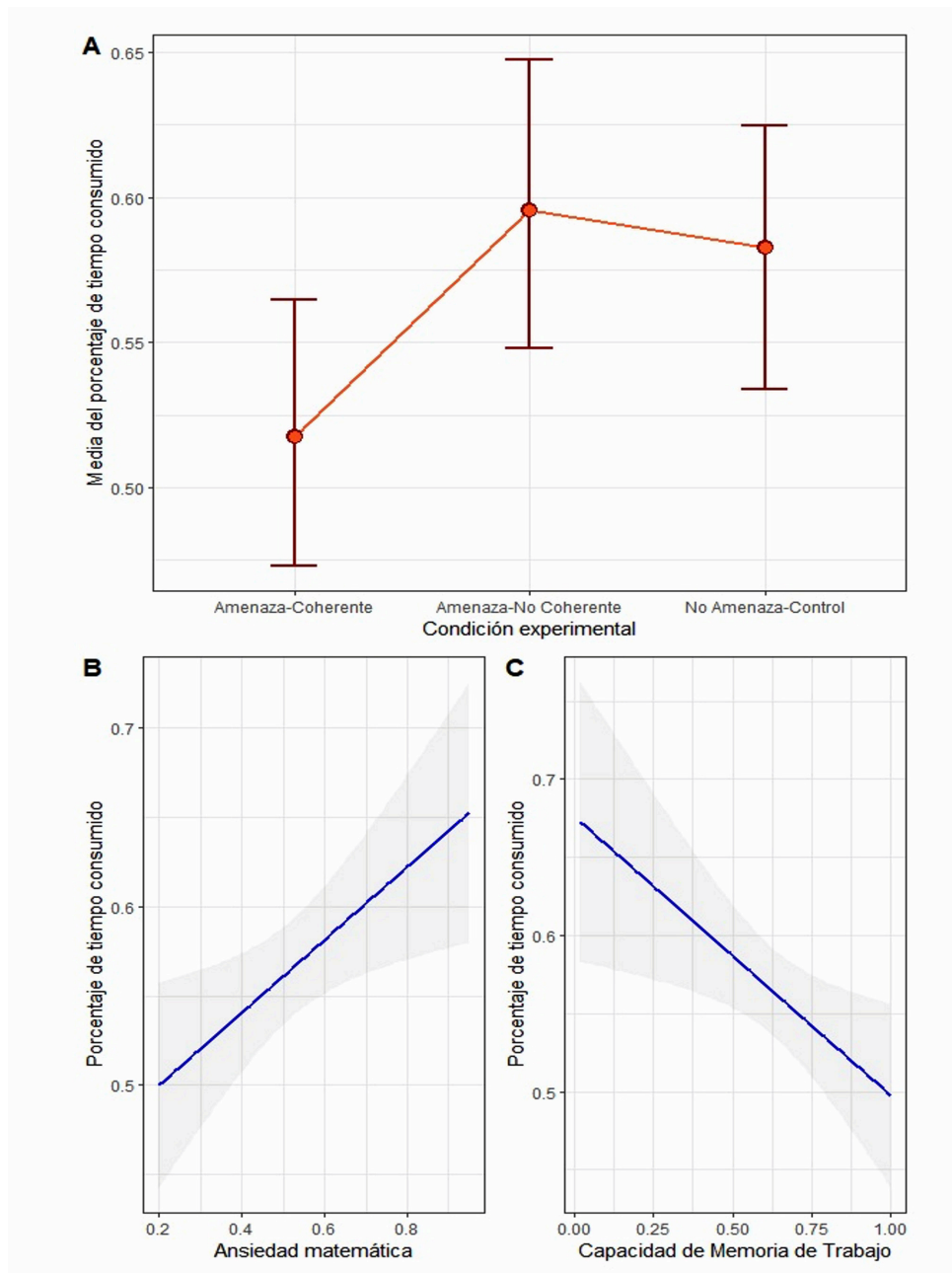
Modelo 2 (indicador <i>ACC</i> de la variable dependiente desempeño)					
Efecto fijo	Parámetro	Valor estimado	IC (95%)	Error estándar	Z (valor- p)
Diferencias	$ACM_{(NoAm-Am)}$	0.014	[-0.185, 0.212]	0.099	0.143 (.866)
Diferencias	$ACM_{(NoC-Coh)}$	-0.230	[-0.572, 0.109]	0.170	-1.352 (.177)
Pendiente (Slope)	AM	-2.730	[-4.497, -1.027]	0.867	-3.150 (.002) **
Pendiente (Slope)	CMT	2.036	[0.550, 3.561]	0.753	2.705 (.007) **

Fuente: Elaboración propia.

Nota. RTc =porcentaje de tiempo consumido, ACC =Precisión (cantidad de respuestas correctas). $ACM_{(NoAm-Am)}$ =diferencia de los estimados en la condición de amenaza menos los estimados en la condición de control; $ACM_{(NoC-Coh)}$ =diferencia de los estimados en la condición amenaza no coherente menos los estimados en condición amenaza coherente. Códigos para la significancia estadística: . $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

De los parámetros obtenidos para el modelo 1 se evidenció lo siguiente: (i) No hay diferencias estadísticamente significativas de consumo de tiempo para dar respuesta entre las personas en condición de amenaza contextual matemática y las personas en condición de no amenaza. (ii) El consumo del tiempo disponible entre personas expuestas a la amenaza contextual matemática con un indicador situacional coherente con la amenaza (práctica difícil) en comparación con las personas expuestas a la amenaza contextual matemática con un

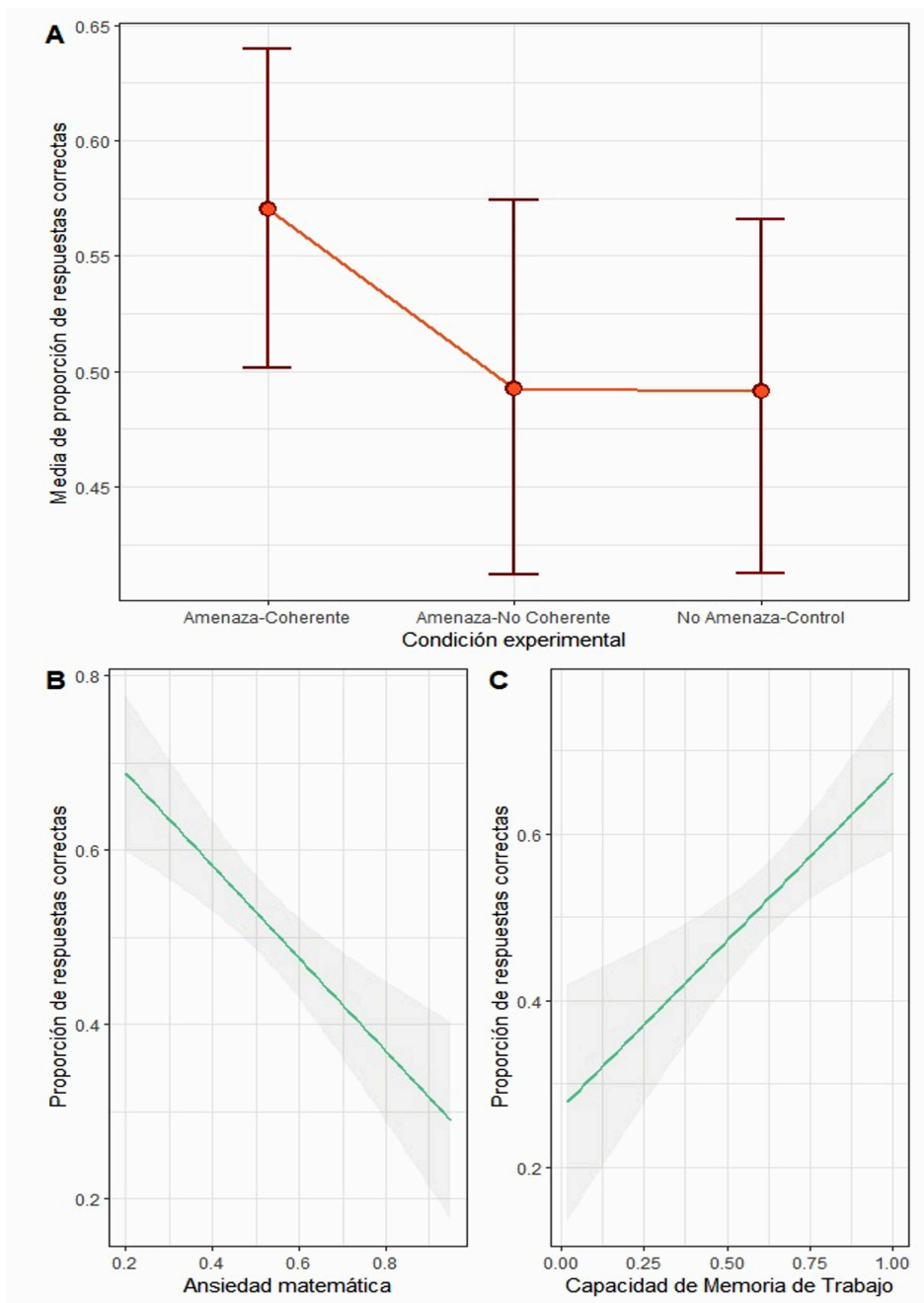
indicador situacional no coherente con la amenaza (práctica control) mostraron diferencias que sí alcanzaron significancia estadística. No obstante, debido a los contrastes definidos al elaborar los modelos, el signo positivo de las diferencias indica que las personas con la práctica control consumieron más tiempo para llegar a la respuesta que los que resolvieron la práctica difícil, circunstancia que es opuesta a lo que se había predicho en la hipótesis 1 (ver Figura 4A). (iii) La ansiedad matemática tuvo un efecto sobre el indicador de tiempo consumido en la resolución de problemas intuitivos y el signo positivo del valor estimado confirmó el sentido de la predicción realizada en la hipótesis 2, es decir, que el aumento en los niveles de ansiedad matemática generó un aumento en el tiempo requerido para dar respuesta al problema (ver Figura 4B). (iv) Un efecto (no predicho) de la capacidad de memoria de trabajo sobre el consumo de tiempo llegó a ser marginalmente significativo. Además, el signo negativo del valor estimado correspondiente a esa variable sugiere que personas con mayor capacidad de memoria de trabajo consumieron menos tiempo para llegar a la respuesta de los problemas intuitivos (ver Figura 4C).

Figura 4 - Inspección visual de los datos del modelo 1.

Nota. A: Comparación de las medias de la variable de consumo de tiempo para dar respuesta en cada condición experimental (las barras corresponden al error estándar); B: línea de regresión para la relación de ansiedad matemática con el indicador RT_c ; y C: línea de regresión para la relación de capacidad de memoria de trabajo con el indicador RT_c . La zona sombreada en B y C corresponde al intervalo de confianza de 95% alrededor de cada línea.

De los parámetros obtenidos para el modelo 2 (ver Tabla 4) se concluyó lo siguiente: (i) En lo que se refiere a un efecto sobre la precisión en las respuestas a los problemas intuitivos para las condiciones de amenaza contextual matemática, ninguna de las diferencias modeladas llegó a ser estadísticamente significativas. La falta de evidencia de un efecto sobre el indicador de desempeño, situación que también se dio con el indicador de consumo de tiempo, significa que los datos no respaldan la hipótesis 1 del estudio (ver Figura 5A). (ii) La ansiedad matemática sí evidenció un efecto estadísticamente significativo sobre la cantidad de respuestas correctas de cada participante. Además, dado que el valor estimado para dicho efecto tiene un signo negativo, se respalda lo señalado en la hipótesis 2, esto es, mayores niveles de ansiedad matemática en las personas participantes generan una menor proporción de respuestas correctas (ver Figura 5B). (iii) Se dio un efecto estadísticamente significativo de la capacidad de memoria de trabajo sobre la precisión en las respuestas. El signo positivo del valor estimado para este efecto confirma lo predicho en la hipótesis 2, a saber, una mayor capacidad de memoria de trabajo se relaciona con un incremento en la proporción de respuestas correctas en los problemas intuitivos de la tarea (ver figura 5C). Este resultado respalda los estudios que encontraron evidencias de un efecto potenciador de la capacidad de memoria de trabajo sobre la precisión en la resolución de problemas intuitivos (Chuderski y Jastrzębski, 2017, 2018).

Es importante resaltar que los componentes de la varianza, tanto para la ansiedad matemática (modelos 1 y 2) como para la capacidad de memoria de trabajo (modelo 2), no incluyen el cero en los intervalos de confianza, lo que constituye evidencia de que diferencias individuales el tiempo consumido y también en la cantidad de respuestas correctas se deben al nivel de ansiedad matemática, mientras que diferencias individuales en el indicador de precisión en las respuestas que se deben a la capacidad de memoria de trabajo.

Figura 5 – Inspección visual de datos del modelo 2.

Nota. A: Comparación de las medias de la variable de precisión para cada condición experimental (las barras corresponden al error estándar); B: línea de regresión para la relación de capacidad de memoria de trabajo con el indicador ACC; y C: línea de regresión para la relación capacidad de memoria de trabajo con el indicador ACC. La zona sombreada en B y C corresponde al intervalo de confianza de 95% alrededor de cada línea.

4. DISCUSIÓN

El objetivo general del estudio consistió en explorar el rol de la amenaza contextual matemática sobre el desempeño en problemas intuitivos de una tarea matemática por parte de personas estudiantes universitarias, controlando las variables de ansiedad matemática, ansiedad general rasgo y capacidad de memoria de trabajo.

Después de efectuar el análisis de los datos, se concluye que la amenaza contextual matemática no mostró un efecto sobre el desempeño en la resolución de los problemas intuitivos. Esto significa que los datos no respaldaron en ninguna de sus partes lo predicho en la primera hipótesis. Sin embargo, esto no significa que se debe desechar completamente la posibilidad de que la señalización explícita de la naturaleza matemática de una tarea genere un efecto negativo sobre el desempeño. Anderson (2008) afirma que no es conveniente descartar hipótesis complejas evaluadas sobre un conjunto pequeño de datos. Bajo esa premisa, la hipótesis no comprobada en el estudio podría ser retomada o replanteada para volver a ser evaluada en otro contexto, sobre un conjunto nuevo de datos, con tareas matemáticas que podrían ser de diferente naturaleza (visoespacial, verbal o mixta) o controlando otras variables adicionales que no fueron consideradas.

Es posible establecer conjeturas de por qué la amenaza contextual matemática no produjo efectos significativos sobre el desempeño en los problemas intuitivos de la tarea matemática utilizada. Una posibilidad es que un cierto número de personas participantes, no percibieran amenazante la naturaleza matemática de la tarea, ni el hecho de que la tarea tuviera como propósito compararlos con otros. En otras palabras, la amenaza contextual planteada no logró que las personas alcanzaran el umbral de presión necesario para que se produjera un efecto negativo en la resolución exitosa de los problemas. Esta situación ya se ha reportado en estudios de amenaza de estereotipo, en las cuales se reportó que la manipulación experimental de una amenaza no afectó de igual manera a todas las personas y que la manipulación no siempre logra activar un efecto negativo sobre el desempeño (Agnoli et al., 2021; Ganley et al., 2013).

Por otra parte, el efecto contrario al esperado para las personas expuestas a la práctica difícil con respecto a las personas que realizaron la práctica control permite hacer otras especulaciones. Se ha considerado que existe la posibilidad de que las instrucciones generales previas a la tarea, el enunciado que debía activar la amenaza y la práctica ejecutada antes de la tarea hayan activado (por separado o en su conjunto) un rasgo que no estaba siendo controlado en el estudio: la *autoeficacia*. Esta se conceptualiza como la certeza que tiene una persona de ser capaz de ejecutar tareas requeridas exitosamente, ya sea porque tenga la convicción de poder lograr ciertos resultados o de ser capaz de lidiar con situaciones amenazantes mediante un esfuerzo persistente (Bandura, 1977). Así, puede ser que las personas participantes en lugar de sentirse amenazados hayan tenido una sensación de reto o competencia y la práctica previa a la tarea pudo haber reforzado su convicción de ser capaces de resolver la tarea con éxito. De esta manera, una cantidad de participantes puede haber llevado a cabo una movilización eficiente de su recurso cognitivo con la consecuente anulación del efecto negativo que pudiera haber tenido la amenaza sobre el desempeño. Esta suposición está teóricamente respaldada pues la autoeficacia ha sido documentada como un buen predictor del desempeño en pruebas estandarizadas y de altas consecuencias (Monte-ro-Rojas et al., 2021), en el rendimiento académico en general (Honicke y Broadbent, 2016) y también en el área específica de matemática (Zamora-Araya, 2020). Además, estudios empíricos han reportado que la activación de la autoeficacia antes de la ejecución de una tarea se ha relacionado con un incremento en la motivación, el aprendizaje, la autorregulación y el logro (Schunk y DiBenedetto, 2016).

Más allá de las razones por las cuales no se evidenció una afectación negativa sobre los indicadores de desempeño en la resolución de problemas intuitivos, el hecho de generar y delimitar un nuevo constructo llamado la amenaza contextual matemática, así como demarcar una nueva manera de aproximarse a fenómenos relacionados con los escenarios en los que se da una interacción entre las personas y los objetos matemáticos, constituye por sí mismo un aporte importante del estudio.

Finalmente, un aspecto que reviste una particular importancia es el respaldo de los datos a la segunda hipótesis, a partir de un enfoque que tomó en cuenta las variables de ansiedad matemática y de capacidad de memoria de trabajo como elementos fundamentales en un contexto matemático que propone la resolución de problemas intuitivos. A pesar de que la manipulación sobre la amenaza contextual matemática constituyó el interés primordial de la investigación, la evidencia del efecto de la ansiedad matemática y de la capacidad de memoria de trabajo sobre el desempeño constituye un valioso aporte. En el caso de la ansiedad matemática, los datos sustentaron sobradamente la hipótesis de su efecto sobre el tiempo de respuesta y sobre la precisión. Por su parte, la predicción de que efecto de la capacidad de memoria de trabajo se daría sobre el indicador de precisión también quedó debidamente sustentada. De esta forma, los resultados de esta investigación llegan a incrementar el conjunto de evidencias que apuntan a efectos estadísticamente significativos de estas dos variables sobre distintos indicadores del desempeño matemático en la resolución de problemas intuitivos.

DECLARACIONES DE CONTRIBUCIONES DE LAS PERSONAS AUTORAS

LVG concibió la idea del proyecto de investigación, desarrolló su fundamentación teórica, diseñó la metodología y sus actividades, implementó los modelos, recopiló y analizó los datos. Los otros autores (ORV, VSC y LRT) constituían el Comité Asesor del Trabajo Final de Graduación de LVG (sustentado en el presente estudio), por lo que participaron activamente mediante observaciones a la propuesta inicial del proyecto, la discusión de los resultados, así como con la revisión y aprobación la versión final de esta publicación.

DECLARACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE DATOS

Los datos que respaldan los resultados de este estudio estarán disponibles por el autor de contacto, (LVG) previa solicitud razonable.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agnoli, F., Melchiorre, F., Zandonella Callegher, C., & Altoè, G. (2021). Stereotype threat effects on Italian girls' mathematics performance: A failure to replicate. *Developmental Psychology*, 57(6), 940-950. <https://doi.org/10.1037/dev0001186>
- Anderson, D. R. (2008). *Model based inference in the life sciences: A primer on evidence*. Springer.
- Ashcraft, M. H. (2002). Math Anxiety: Personal, Educational, and Cognitive Consequences. *Current directions in psychological science*, 11(5), 181-185. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196>
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215.
- Barton, K. (2016). *MuMIn: Multi-model inference. R package version 1.15.6.1* (1,18) [Software]. <https://cran.r-project.org/web/packages/MuMIn/MuMIn.pdf>

- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using **lme4**. *Journal of Statistical Software*, 67(1). <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Beilock, S. L., & DeCaro, M. S. (2007). From Poor Performance to Success Under Stress: Working Memory, Strategy Selection, and Mathematical Problem Solving Under Pressure. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33(6), 983-998. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.33.6.983>
- Bellinger, D. B., DeCaro, M. S., & Ralston, P. A. S. (2015). Mindfulness, anxiety, and high-stakes mathematics performance in the laboratory and classroom. *Consciousness and Cognition*, 37, 123-132. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2015.09.001>
- Burnham, K. P., & Anderson, D. R. (Eds.). (2004). *Model Selection and Multimodel Inference*. Springer New York. <https://doi.org/10.1007/b97636>
- Cadinu, M., Maass, A., Rosabianca, A., & Kiesner, J. (2005). Why Do Women Underperform Under Stereotype Threat?: Evidence for the Role of Negative Thinking. *Psychological Science*, 16(7), 572-578. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2005.01577.x>
- Chang, H., & 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. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.04.011>
- Chuderski, A., & Jastrzębski, J. (2017). Working memory facilitates insight instead of hindering it: Comment on DeCaro, Van Stockum, and Wieth (2016). *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 43(12), 1993-2004. <https://doi.org/10.1037/xlm0000409>
- Chuderski, A., & Jastrzębski, J. (2018). Much ado about aha!: Insight problem solving is strongly related to working memory capacity and reasoning ability. *Journal of Experimental Psychology: General*, 147(2), 257-281. <https://doi.org/10.1037/xge0000378>
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- DeCaro, M. S., Rotar, K. E., Kendra, M. S., & Beilock, S. L. (2010). Diagnosing and alleviating the impact of performance pressure on mathematical problem solving. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63(8), 1619-1630. <https://doi.org/10.1080/17470210903474286>
- DeCaro, M. S., Thomas, R. D., Albert, N. B., & Beilock, S. L. (2011). Choking under pressure: Multiple routes to skill failure. *Journal of Experimental Psychology: General*, 140(3), 390-406. <https://doi.org/10.1037/a0023466>
- DeCaro, M. S., Van Stockum, C. A., & Wieth, M. B. (2016). When Higher Working Memory Capacity Hinders Insight. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 42(1), 39-49. <https://doi.org/10.1037/xlm0000152>
- Dowker, A., Sarkar, A., & Looi, C. Y. (2016). Mathematics Anxiety: What Have We Learned in 60 Years? *Frontiers in Psychology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00508>
- Fennema, E., & Sherman, J. A. (1976). Fennema-Sherman Mathematics Attitudes Scales: Instruments Designed to Measure Attitudes toward the Learning of Mathematics by Females and Males. *Journal for Research in Mathematics Education*, 7(5), 324. <https://doi.org/10.2307/748467>
- Franceschini, G., Galli, S., Chiesi, F., & Primi, C. (2014). Implicit gender-math stereotype and women's susceptibility to stereotype threat and stereotype lift. *Learning and Individual Differences*, 32, 273-277. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.03.020>
- Ganley, C. M., Mingle, L. A., Ryan, A. M., Ryan, K., Vasilyeva, M., & Perry, M. (2013). An examination of stereotype threat effects on girls' mathematics performance. *Developmental Psychology*, 49(10), 1886-1897. <https://doi.org/10.1037/a0031412>
- Gimmig, D., Hugget, P., Caverni, J.-P., & Cury, F. (2006). Choking under pressure and working memory capacity: When performance pressure reduces fluid intelligence. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13(6), 1005-1010. <https://doi.org/10.3758/BF03213916>

- Honicke, T., & Broadbent, J. (2016). The influence of academic self-efficacy on academic performance: A systematic review. *Educational Research Review*, *17*, 63-84. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.11.002>
- Kline, P. (2000). *The handbook of psychological testing* (2nd ed). Routledge.
- Knoblich, G., Ohlsson, S., Haider, H., & Rhenius, D. (1999). Constraint relaxation and chunk decomposition in insight problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *25*(6), 1534-1555. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.25.6.1534>
- Knoblich, G., Ohlsson, S., & Raney, G. E. (2001). An eye movement study of insight problem solving. *Memory & Cognition*, *29*(7), 1000-1009. <https://doi.org/10.3758/BF03195762>
- Maloney, E. A., Schaeffe, 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. <https://doi.org/10.1080/14794802.2013.797744>
- Meza, L. G., Agüero, E., & Suárez, Z. (2014). Elementos de análisis factorial aplicados al estudio de cualidades psicométricas de la escala de "ansiedad matemática" de Fennema-Sherman. En *Memorias IV Encuentro sobre Didáctica de la Estadística, la Probabilidad y el Análisis de Datos* (pp. 208-210). Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Montero-Rojas, E., Moreira-Mora, T. E., Zamora-Araya, J. A., & Smith-Castro, V. (2021). Una nueva mirada teórica y metodológica a diferencias de género en pruebas de matemática: Razonamiento, actitudes psicossociales y modelos multinivel. *Revista Electrónica Educare*, *25*(1), 1-21. <https://doi.org/10.15359/ree.25.1.8>
- Murphy, M. C., & Taylor, V. J. (2012). The Role of Situational Cues in Signaling and Maintaining Stereotype Threat. En *Stereotype threat: Theory, process, and application* (pp. 17-33). Oxford University Press, Inc.
- Nguyen, H.-H. D., & Ryan, A. M. (2008). Does stereotype threat affect test performance of minorities and women? A meta-analysis of experimental evidence. *Journal of Applied Psychology*, *93*(6), 1314-1334. <https://doi.org/10.1037/a0012702>
- Oberauer, K., & Kliegl, R. (2006). A formal model of capacity limits in working memory. *Journal of Memory and Language*, *55*, 601-626. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2006.08.009>
- Oberauer, K., & Lewandowsky, S. (2016). Control of information in working memory: Encoding and removal of distractors in the complex-span paradigm. *Cognition*, *156*, 106-128. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2016.08.007>
- Öllinger, M., Jones, G., & Knoblich, G. (2008). Investigating the Effect of Mental Set on Insight Problem Solving. *Experimental Psychology*, *55*(4), 269-282. <https://doi.org/10.1027/1618-3169.55.4.269>
- Park, D., Ramirez, G., & Beilock, S. L. (2014). The role of expressive writing in math anxiety. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, *20*(2), 103-111. <https://doi.org/10.1037/xap0000013>
- Pérez-Tyteca, P. (2012). *La ansiedad matemática como centro de un modelo causal predictivo de elección de carreras* [Tesis para optar al grado de Doctora en Matemática con énfasis en Didáctica de la Matemática., Universidad de Granada]. <https://hera.ugr.es/tesisugr/2108144x.pdf>
- R Core Team. (2021). *R: A language and environment for statistical computing* [Software]. R Foundation for Statistical Computing. URL: <https://www.R-project.org/>
- Ramirez, G., Chang, H., Maloney, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2016). On the relationship between math anxiety and math achievement in early elementary school: The role of problem solving strategies. *Journal of Experimental Child Psychology*, *141*, 83-100. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.07.014>
- Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2013). Math Anxiety, Working Memory, and Math Achievement in Early Elementary School. *Journal of Cognition and Development*, *14*(2), 187-202. <https://doi.org/10.1080/15248372.2012.664593>
- Rodríguez-Villagra, O. A. (2015). Modelos de variable latente, modelación cognitiva y memoria de trabajo: Un punto de encuentro. *Actualidades de Psicología*, *29*(119), 43-62. <https://doi.org/10.15517/ap.v29i119.18850>

- Rodríguez-Villagra, O. A., Göthe, K., Oberauer, K., & Kliegl, R. (2013). Working memory capacity in a go/no-go task: Age differences in interference, processing speed, and attentional control. *Developmental Psychology*, 49(9), 1683-1696. <https://doi.org/10.1037/a0030883>
- RStudio Team. (2020). *RStudio: Integrated Development for R* [Software]. RStudio, PBC. <http://www.rstudio.com/>
- Sarkar, D. (2008). *Lattice: Multivariate data visualization with R*. Springer.
- Schunk, D. H., & DiBenedetto, M. K. (2016). Self-Efficacy Theory in Education. En *Handbook of Motivation at School Routledge*.
<https://www.routledgehandbooks.com/doi/10.4324/9781315773384.ch3>
- Spielberger, C. D., Gorsuch, R. L., & Lushene, R. (1970). *State-Trait Anxiety Inventory*. Consulting Psychology Press.
- Spielberger, C. D., Gorsuch, R. L., & Lushene, R. (1982). *Cuestionario de Ansiedad Estado/Rasgo*. TEA.
- Steele, C. M., & Aronson, J. (1995). Stereotype Threat and the Intellectual Test Performance of African Americans. *Journal of Personality and Social Psychology*, 69(5), 797-811. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.69.5.797>
- Wasserman, L. (2000). Bayesian Model Selection and Model Averaging. *Journal of Mathematical Psychology*, 44(1), 92-107. <https://doi.org/10.1006/jmps.1999.1278>
- Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L., François, R., Grolemund, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., Kuhn, M., Pedersen, T., Miller, E., Bache, S., Müller, K., Ooms, J., Robinson, D., Seidel, D., Spinu, V., ... Yutani, H. (2019). Welcome to the Tidyverse. *Journal of Open-Source Software*, 4(43), 1686. <https://doi.org/10.21105/joss.01686>
- Zamora-Araya, J. A. (2020). Las actitudes hacia la matemática, el desarrollo social, el nivel educativo de la madre y la autoeficacia como factores asociados al rendimiento académico en la matemática. *Uniciencia*, 34(1), 74-87. <https://doi.org/10.15359/ru.34-1.5>

