

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

EL PAPEL DE LA ANSIEDAD MATEMÁTICA, LA AMENAZA  
CONTEXTUAL MATEMÁTICA Y SU COHERENCIA CON UN INDICADOR  
SITUACIONAL, EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS  
INTUITIVOS

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios  
de Posgrado en Ciencias Cognoscitivas para optar por el grado y el título de  
Maestría Académica en Ciencias Cognoscitivas

LEINER VÍQUEZ GARCÍA

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2022

## **Dedicatoria**

A mi esposo Edgar, gracias por su paciencia, comprensión y empatía a lo largo de este proceso; su apoyo incondicional me ha permitido alcanzar este punto de inflexión en mi vida académica. Su cariño y su compromiso han sido mi punto de equilibrio.

A mi hermano José Rolando, cuyos meses de dedicación desinteresada en la programación de la tarea computarizada permitieron la implementación de este proyecto.

A mi madre y al resto de mi familia, que de una u otra manera siempre me han brindado su apoyo en todo mi crecimiento académico y profesional.

## **Agradecimientos**

Agradezco profundamente a mi estimado Odir Rodríguez Villagra por tener tanta fe en mí, al punto de ser él quien me buscó para dirigir esta tesis. No olvidaré su disposición para ayudarme a culminar este proceso, ni la motivación y apoyo constante que me brindó.

Además, quiero agradecer a mis asesores Vanessa Smith Castro y Luis Rojas Torres. Su amplio conocimiento y vasta experiencia hicieron que sus observaciones constituyeran una valiosa contribución para este proyecto de principio a fin.

Finalmente, deseo expresar mi agradecimiento al Instituto de Investigaciones Psicológicas de la Universidad de Costa Rica por su apoyo al facilitar el espacio físico adecuado para atender a las personas participantes en el proyecto y así poder realizar las sesiones experimentales que se requerían.

Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Cognoscitivas de la Universidad de Costa Rica, para optar al grado y título de Maestría Académica en Ciencias Cognoscitivas

---

Dra. Eiliana Montero Rojas  
**Representante de la Decana  
Sistema de Estudios de Posgrado**

---

Dr. Odir Rodríguez Villagra  
**Director de Tesis**

---

Dra. Vanessa Smith Castro  
**Asesora**

---

M.Sc. Luis Rojas Torres  
**Asesor**

---

Dr. Mauricio Molina Delgado  
**Representante del Director  
Programa de Posgrado en Ciencias Cognoscitivas**

---

Leiner Víquez García  
**Sustentante**

## TABLA DE CONTENIDOS

|  |      |
|--|------|
| Dedicatoria.....   | ii   |
| Agradecimientos .....  | ii   |
| Hoja de aprobación .....   | iii  |
| Tabla de contenidos .....  | iv   |
| Resumen.....   | viii |
| Lista de tablas .....  | x    |
| Lista de figuras.....  | xi   |
| Lista de abreviaturas .....  | xii  |
| 1. Introducción.....   | 1    |
| 1.1. Antecedentes .....  | 4    |
| 1.1.1. Asociación de la amenaza contextual matemática con el desempeño en tareas matemáticas .....                           | 4    |
| 1.1.2. Asociación de la ansiedad matemática y la capacidad de memoria de trabajo con el desempeño en tareas matemáticas..... | 11   |
| 1.1.3. Conclusión de los antecedentes .....  | 19   |
| 1.2. Justificación.....  | 21   |
| 1.3. Objetivo general .....  | 24   |
| 1.4. Objetivos específicos .....   | 24   |

|   |    |
|---|----|
| 2. Marco teórico.....   | 25 |
| 2.1. Los problemas matemáticos intuitivos.....  | 25 |
| 2.2. La amenaza contextual matemática y la coherencia con un indicador situacional                        | 27 |
| 2.3. La ansiedad matemática y la ansiedad general rasgo.....  | 33 |
| 2.4. La capacidad de memoria de trabajo.....  | 35 |
| 3. Marco Metodológico.....  | 40 |
| 3.1. Diseño de investigación .....  | 40 |
| 3.2. Modelo teórico (hipótesis) .....   | 41 |
| 3.3. Participantes .....  | 43 |
| 3.4. Instrumentos.....  | 43 |
| 3.4.1. Adaptación del instrumento para medición de ansiedad matemática .....                              | 43 |
| 3.4.2. Adaptación del instrumento para medición de la ansiedad general rasgo .....                        | 45 |
| 3.4.3. Implementación de la versión computarizada de la tarea matemática de ecuaciones con fósforos ..... | 46 |
| 3.4.4. Tarea visual espacial de actualización de memoria de trabajo .....                                 | 53 |
| 3.5. Procedimiento .....  | 56 |
| 3.6. Manipulación experimental de la amenaza contextual matemática .....                                  | 56 |
| 3.7. Aspectos éticos.....   | 58 |
| 3.8. Calidad de los datos .....   | 59 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 4.     | Análisis de datos y resultados.....  | 61 |
| 4.1.   | Indicadores .....  | 61 |
| 4.1.1. | Indicador de ansiedad matemática.....  | 61 |
| 4.1.2. | Indicadores del desempeño en la tarea de ecuaciones con fósforos .....   | 62 |
| 4.1.3. | Indicador de la ansiedad general rasgo .....   | 64 |
| 4.1.4. | Indicador de la capacidad de memoria de trabajo.....   | 65 |
| 4.2.   | Análisis estadístico.....  | 66 |
| 4.3.   | Resultados .....   | 67 |
| 4.3.1. | Confiabilidad de las escalas utilizadas.....   | 67 |
| 4.3.2. | Correlaciones entre las variables .....  | 68 |
| 4.3.3. | LMMs y GLMMs .....   | 69 |
| 5.     | Discusión .....  | 76 |
| 5.1.   | La falta de evidencia de un efecto de la amenaza contextual matemática sobre el<br>desempeño en los problemas intuitivos de la tarea .....                       | 82 |
| 5.2.   | Innovaciones metodológicas .....   | 85 |
| 5.2.1. | Implementación de versiones computarizadas de instrumentos utilizando<br>tecnologías que permiten la aplicación no presencial.....                               | 85 |
| 5.2.2. | Implementación y definición del consumo del tiempo de respuesta disponible<br>como indicador de desempeño en la tarea matemática de ecuaciones con fósforos..... | 87 |
| 5.3.   | Dificultades enfrentadas.....  | 90 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 5.4.   | Estudios futuros.....   | 92  |
| 5.5.   | Conclusiones .....  | 93  |
| 6.     | Referencias.....  | 98  |
| 7.     | Anexos .....  | 110 |
| 7.1.   | Consentimiento informado.....   | 110 |
| 7.2.   | Cuestionarios aplicados a los participantes.....  | 113 |
| 7.2.1. | Datos generales de participantes.....   | 113 |
| 7.2.2. | Escala modificada de Fennema y Sherman para ansiedad matemática .....   | 114 |
| 7.2.3. | Escala modificada del inventario de ansiedad rasgo para ansiedad general .  | 117 |
| 7.2.4. | Resumen de reportes de la entrevista cognitiva para adaptar el instrumento de medición de la ansiedad matemática .....    | 121 |
| 7.2.5. | Resumen de reportes de la entrevista cognitiva para adaptar el instrumento de medición de la ansiedad general rasgo ..... | 125 |
| 7.3.   | Presentación con instrucciones para la tarea de actualización de MT .....   | 130 |

## Resumen

Se define la amenaza contextual matemática como la señalización explícita a una persona que una tarea que está por realizar tiene carácter matemático y que será perfilado en esa área según su desempeño. El propósito general de la presente tesis fue explorar el efecto sobre el desempeño en problemas intuitivos de una tarea matemática viso-espacial de la manipulación experimental de la condición de amenaza contextual matemática (según sea coherente o no con un indicador situacional que la confirme). Después de una revisión de investigaciones en las que se exploran relaciones entre ansiedad y desempeño en tareas matemáticas efectuadas bajo presión y otras que abordan el efecto sobre el desempeño en tareas matemáticas de la amenaza de estereotipo (referente cercano a la amenaza contextual matemática), se decidió que en el estudio convenía controlar las variables de ansiedad matemática, capacidad de memoria de trabajo y ansiedad general rasgo. Luego se establecieron hipótesis que predecían un efecto negativo de la amenaza contextual matemática sobre el desempeño en problemas intuitivos de una tarea matemática de naturaleza viso-espacial y se implementó un diseño experimental en la que participan 111 estudiantes de la Universidad de Costa Rica (UCR) que completaron una versión computarizada de la tarea matemática y que incluía problemas intuitivos. Además, completaron instrumentos para medir las variables control. El análisis de los datos, que se realizó utilizando modelos lineales de efectos mixtos, no evidenció un efecto estadísticamente significativo de la amenaza contextual sobre el desempeño en problemas intuitivos de la tarea viso-espacial utilizada. Los modelos sugieren que la disminución en el desempeño en los problemas intuitivos se relaciona con principalmente con la ansiedad matemática y con la capacidad de memoria de trabajo.



## **Abstract**

Mathematical contextual threat is defined as the explicit signaling to a person that a task to be performed is mathematical in nature and that they will be profiled in that area according to their performance. The general purpose of this thesis was to explore the effect on performance in intuitive problems of a visual-spatial mathematical task of the experimental manipulation of the mathematical contextual threat condition (according to whether or not it is consistent with a confirming situational indicator). After a review of research that explores relationships between anxiety and performance in mathematical tasks carried out under pressure and others that address the effect on performance in mathematical tasks of stereotype threat (close referent of mathematical contextual threat), it was decided that in the study it would be convenient to control the variables of mathematical anxiety, working memory capacity and general trait anxiety. Then, hypotheses were established that predicted a negative effect of the mathematical contextual threat on the performance in intuitive problems of a mathematical task of a visual-spatial nature and an experimental design was implemented in which 111 students from the University of Costa Rica (UCR) participated and completed a computerized version of the mathematical task that included intuitive problems. In addition, they completed instruments to measure the control variables. The analysis of the data, which was carried out using linear models of mixed effects, did not show a statistically significant effect of the contextual threat on the performance in intuitive problems of the visuospatial task used. Models suggest that the decline in performance on intuitive problems is mainly related to math anxiety and working memory capacity.

## Lista de tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 3-1: Categorización de los problemas de aritmética con fósforos según dificultad ...                       | 49 |
| Tabla 3-2: Problemas de aritmética con fósforos de la tarea matemática utilizada.....                            | 52 |
| Tabla 4-1. Matriz de correlaciones entre las variables utilizadas en los análisis.....                           | 68 |
| Tabla 4-2. Últimos dos modelos competidores para los indicadores de cada una de las variables dependientes ..... | 70 |
| Tabla 4-3. Parámetros estimados para los efectos fijos de los modelos 1 y 2 .....                                | 71 |

## Lista de figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 2-1. Modelo de compromiso de la identidad y los efectos de la amenaza de una identidad social sobre el desempeño.....              | 30 |
| Figura 3-1: Ilustración esquemática de un problema de aritmética con fósforos y su solución.....  | 47 |
| Figura 3-2: Ilustración esquemática de un ensayo impar de la tarea de actualización para la variable capacidad de memoria de trabajo..... | 55 |
| Figura 3-3: Diagrama con las condiciones experimentales .....   | 57 |
| Figura 4-1: Comparación de las medias de los indicadores de desempeño por condición experimental de amenaza.....                          | 73 |
| Figura 4-2: Líneas de regresión de la ansiedad matemática para cada uno de los indicadores de desempeño.....                              | 74 |
| Figura 4-3: Líneas de regresión de capacidad de memoria de trabajo para cada uno de los indicadores de desempeño. ....                    | 74 |

## Lista de abreviaturas

|                 |  |
|-----------------|--|
| ACC             | Precisión en la respuesta dada a cada problema de aritmética con fósforos. (ACC por la palabra en inglés <i>accuracy</i> ).  |
| ACM             | Amenaza contextual matemática.   |
| AE              | Amenaza de estereotipo   |
| AGR             | Ansiedad general rasgo.  |
| AM              | Ansiedad matemática.   |
| CI <sub>d</sub> | Cociente intelectual de desviación.  |
| CMT             | Capacidad de memoria de trabajo.   |
| CD              | Problemas de aritmética con fósforos que requieren descomposición de trozos (CD por las iniciales en inglés <i>chunk decomposition problems</i> ).                 |
| COVID-19        | Enfermedad del coronavirus del 2019 (COVID-19 por sus siglas en inglés <i>coronavirus disease 2019</i> )   |
| CR              | Problemas de aritmética con fósforos que requieren relajación de restricciones (CR por las siglas en inglés de <i>constraint relaxation problems</i> ).            |
| CR1             | Problemas del tipo 1 de aritmética con fósforos que requieren relajación de restricciones (CR por las siglas en inglés de <i>constraint relaxation problems</i> ). |
| CR2             | Problemas del tipo 2 de aritmética con fósforos que requieren relajación de restricciones (CR por las siglas en inglés de <i>constraint relaxation problems</i> ). |
| CR3             | Problemas del tipo 3 de aritmética con fósforos que requieren relajación de restricciones (CR por las siglas en inglés de <i>constraint relaxation problems</i> ). |
| ERP             | Potencial relacionado a un evento (por las siglas en inglés de <i>event related potential</i> ).   |
| G <sub>c</sub>  | Inteligencia cristalizada.   |
| G <sub>f</sub>  | Inteligencia fluida.   |

|        |  |
|--------|--|
| GLMMs  | Modelos lineales de efectos mixtos generalizados (GLMMs por las siglas en inglés de <i>generalized linear mixed-effects models</i> ).  |
| LMMs   | Modelos lineales de efectos mixtos (LMMs por las siglas en inglés de <i>linear mixed-effects models</i> ).   |
| MEP    | Ministerio de Educación Pública de Costa Rica.   |
| MT     | Memoria de trabajo.  |
| ST     | Problemas de aritmética con fósforos de tipo estándar (ST por las iniciales en inglés de <i>standard type problems</i> ).  |
| STM    | Memoria a corto plazo (STM por las iniciales en inglés <i>short term memory</i> )  |
| STAI   | Inventario de Ansiedad Estado-Rasgo (por las iniciales en inglés <i>State-Trait Anxiety Inventory</i> ).   |
| $RT_c$ | Porcentaje de tiempo consumido por el participante para dar respuesta a cada problema de aritmética de fósforos.   |
| TICs   | Tecnologías de la información y comunicación.  |
| $TR_i$ | Tiempo máximo posible para dar la respuesta a la actualización $i$ ( $i=1, 2, \dots, 8$ ) dentro de la secuencia de un ensayo en la tarea de actualización utilizada para la medición de la capacidad de memoria de trabajo. |
| UCR    | Universidad de Costa Rica.   |



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

SEP Sistema de  
Estudios de Posgrado

**Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.**

Yo, Leiner Víquez García con cédula de identidad 1-0830-0748, en mi condición de autor del TFG titulado El papel de la ansiedad matemática, la amenaza contextual matemática y su coherencia con un indicador situacional, en la resolución de problemas matemáticos intuitivos

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI  NO \*

\*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: \_\_\_\_\_ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

**FIRMA ESTUDIANTE**

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también real

## 1. INTRODUCCIÓN

Los problemas intuitivos (en inglés *insight*) han sido descritos a partir de la experiencia del momento en que se usa la interjección "¡Ajá!" que se emite al percibir la solución de esos problemas después de: (i) realizar una primera etapa de interpretación y acercamiento a la situación problemática, (ii) producirse un impasse y (iii) percatarse que es necesaria una reestructuración de la representación inicial del problema que, en caso de ser exitosa, hace que la respuesta aparezca de repente y, en muchos casos, hasta podría parecer bastante obvia (Chuderski & Jastrzębski, 2017, 2018). La resolución exitosa de un problema intuitivo depende principalmente de procesos asociativos, es decir, procesos que generalmente operan fuera del control de atención consciente, mientras que otros problemas (llamados incrementales) pueden resolverse utilizando métodos más analíticos o algorítmicos que dependen de procesos de atención controlada y que permiten seguir una serie de pasos (Beilock & DeCaro, 2007; DeCaro, Van Stockum & Wieth, 2016).

El propósito del presente proyecto fue explorar el efecto sobre el desempeño en la resolución de problemas intuitivos de una tarea matemática de la señalización explícita de que dicha tarea que está a punto de realizarse tiene como objetivo el perfilar a la persona que la ejecuta en el área de matemática (condición de amenaza contextual matemática). Adicionalmente, se exploró si más allá de la amenaza contextual matemática, variables de ansiedad y de capacidad de memoria de trabajo tienen alguna relación con el desempeño en esos problemas intuitivos.

La memoria de trabajo es el sistema responsable del mantenimiento de un número limitado de representaciones mentales mientras que, en forma simultánea, estas representaciones u otro tipo de información están siendo manipuladas durante la ejecución de tareas cognitivas complejas (Oberauer y Lewandowsky, 2016; Rodríguez-Villagra, 2015). La capacidad de memoria de trabajo es un término que se refiere a la capacidad limitada de memoria de trabajo de una persona cuyo rendimiento disminuye cuando se produce un incremento en la demanda de memoria. En ese sentido, la capacidad de memoria de trabajo puede considerarse como una variable diferenciadora entre individuos (Beilock y DeCaro, 2007; Oberauer y Kliegl, 2006).

El presente documento resume el proceso de investigación llevado a cabo para analizar el efecto de la amenaza contextual matemática sobre el desempeño en problemas matemáticos intuitivos de una tarea viso-espacial, controlando variables de memoria de trabajo, ansiedad matemática y ansiedad general como rasgo. Está compuesto por siete capítulos. En esta primera sección se exponen antecedentes de las relaciones de interés para el proyecto, la justificación del mismo, así como los objetivos, tanto generales como específicos, que fueron establecidos para el estudio realizado. En la segunda sección (marco teórico) se delimita teóricamente cada uno de los principales objetos de interés en el estudio. La tercera sección (marco metodológico) presenta el diseño de la investigación y detalla la implementación de la misma lo que incluye, entre otros aspectos, las hipótesis planteadas, la descripción de los participantes, así como la recolección y manejo de los datos. En la cuarta sección se expone el análisis al que fueron sometidos los datos, así como los resultados obtenidos a partir de ellos. La quinta sección incluye la discusión final del proyecto, en la cual se incorporan las innovaciones metodológicas, las limitaciones y



dificultades enfrentadas, la perspectiva de posibles estudios futuros que pueden surgir a partir de esta investigación y las conclusiones generales que se desprenden del análisis de los datos. La sexta sección corresponde a las referencias utilizadas en el presente documento y en la última sección se anexan documentos o instrumentos utilizados en diferentes etapas del proyecto.

## **1.1. Antecedentes**

En un primer apartado de esta sección se presentan algunos estudios que han reportado la relación entre una condición de amenaza (particularmente la amenaza de estereotipo como referente cercano a la amenaza contextual tal como fue definida para este proyecto) y el desempeño en tareas matemáticas. Posteriormente, se exponen algunos estudios relacionados con la asociación entre la ansiedad matemática y el desempeño en tareas matemáticas. En ambos apartados se hace mención de estudios en los cuales además se han incluido como variables adicionales de interés la capacidad de memoria de trabajo (que ha sido identificada como un mecanismo común asociado al efecto de la amenaza de estereotipo y al de la ansiedad matemática) así como la ansiedad general rasgo.

Los artículos científicos consultados, tanto en inglés como en español, se obtuvieron mediante diferentes buscadores digitales especializados en documentación científica y, en particular, por medio de la consulta a las bases de datos suscritas por la UCR por medio de su Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información (SIBDI).

### ***1.1.1. Asociación de la amenaza contextual matemática con el desempeño en tareas matemáticas***

Un fenómeno que ha sido investigado por su capacidad de perjudicar el rendimiento en matemáticas es la amenaza de estereotipo. En general, un individuo se encuentra bajo este tipo de amenaza cuando un estereotipo (generalmente negativo y ampliamente conocido) relacionado con el desempeño en alguna tarea específica por parte del grupo de pertenencia de un individuo se destaca en una situación en la que el individuo está por efectuar esa tarea en particular, lo que provoca una disminución en su desempeño 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 mujeres son expuestas a un estereotipo negativo antes de efectuar una tarea matemática (“las mujeres no son tan buenas en matemáticas como los hombres”) y esto provoca una disminución en su desempeño en la tarea matemática en comparación con mujeres que no han sido expuestas al estereotipo. Con respecto a este estereotipo relacionado con el desempeño de las mujeres en matemática, existen múltiples estudios que evidencian su efecto sobre el desempeño de las mismas en tareas matemáticas (Cadinu et al., 2005; Franceschini et al., 2014; Nguyen y Ryan, 2008).

Murphy y Taylor (2012) proponen que la amenaza de estereotipo es inicializada y mantenida por señales situacionales amenazantes en el entorno (explícitas o sutiles) y que serán interpretadas por el individuo como un potencial maltrato o devaluación, particularmente si sugieren que la identidad o filiación con un grupo tiene algún valor o importancia particular en un ámbito, por lo que la pertenencia de un individuo a ese grupo se vuelve más prominente que otras identidades sociales de esa persona y, si las señales situacionales son lo suficientemente fuertes, puede alcanzarse un umbral particular que activa un proceso de vigilancia que provoca que la atención de la persona se dirija a la búsqueda de otras señales situacionales en el entorno que le permitan confirmar si su pertenencia al grupo estereotipado puede ser fuente de estigma.

Ahora bien, aunque la amenaza de estereotipo es un fenómeno ampliamente estudiado por su efecto en el desempeño en tareas matemáticas, es preciso recordar el constructo que se delimitó como objeto de interés es este proyecto, a saber, la amenaza contextual matemática. Este último trata de volver salientes dos aspectos: (i) la naturaleza

matemática de una tarea que una persona está por realizar y (ii) que la persona será perfilada en el área de matemática a partir de su desempeño en la tarea. Nótese que la amenaza contextual, a diferencia de la amenaza de estereotipo en matemática, no hace ninguna referencia a un estereotipo relativo al desempeño en tareas matemáticas de un grupo de pertenencia de la persona. Aun así y, a pesar de sus diferencias de definición, la amenaza de estereotipo es el referente más cercano a la amenaza contextual matemática, por lo que se procuró localizar algún estudio en el que se haya utilizado amenaza contextual matemática y en el que se pudiera identificar algún mecanismo subyacente análogo a los ya identificados en la amenaza de estereotipo.

El constructo específico de amenaza contextual matemática, denominación acuñada específicamente para este proyecto, no tenía por qué aparecer bajo ese nombre particular en algún estudio en particular. Por lo tanto, la búsqueda de antecedentes de la asociación entre amenaza contextual matemática y el desempeño en tareas matemáticas debió realizarse por medio de la búsqueda de ciertas características particulares de los diseños realizados en los numerosos estudios consultados.

De esta forma, se logró ubicar una investigación (McDonough y Ramirez, 2018) en la que se generaron condiciones experimentales de amenaza contextual matemática (aunque no se le denomine así en el estudio) con un indicador situacional añadido, que pretendía medir el efecto en una tarea de olvido en personas que previamente han reportado sus niveles de ansiedad matemática y auto-concepto. El diseño consistía en que los participantes llenaban instrumentos de autorreporte que permitían establecer las medidas de esas dos variables. Posteriormente, las personas participantes solucionaron una serie de

problemas algebraicos planteados en forma verbal no simbólica que requerían conocimiento de fracciones con la intención de activar la ansiedad matemática; inmediatamente después, se les indicaba que los problemas recién resueltos eran una muestra previa de lo que tendrían que resolver en etapas posteriores del experimento, con el objetivo de mantener los niveles de ansiedad matemática. Finalmente, las personas participantes en ese estudio debían seguir un protocolo de olvido rígido, mediante indicaciones externas que pedían recordar u olvidar, según la condición experimental en la que se encontraran, un material aprendido que incluía listas de palabras relacionadas con el dominio de la matemática. En dicha investigación se examinó la hipótesis de que las personas más susceptibles a la amenaza (que fueron identificadas como aquellas que reportan niveles altos de ansiedad y auto-concepto) serían más propensos a olvidar las palabras relacionadas con matemática cuando se les pedía (condición experimental de olvido) mientras que las personas susceptibles a la amenaza tendrían dificultad en recordarlas cuando se les pedía (condición experimental de recuerdo). Más allá de que los investigadores lograron encontrar evidencia de que en condiciones de amenaza las diferencias individuales en auto-concepto y ansiedad en el dominio específico de la matemática pueden servir de motivación interna para el olvido, el diseño *per se* constituye un antecedente de la amenaza contextual matemática, en el sentido de que en su primera parte se resuelven problemas algebraicos verbales y se enfatiza que esos problemas son una muestra de etapas posteriores del experimento (i.e. señalización de la naturaleza matemática de la tarea a punto de ser realizada), mientras que el hecho de que en las listas de palabras por recordar/olvidar se incluían palabras relacionadas con matemática, constituye un factor situacional coherente con la amenaza (mecanismo común entre la

amenaza contextual matemática y la amenaza de estereotipo). Sin embargo, a diferencia del presente estudio, las condiciones experimentales no se basaban en la presencia o no de la amenaza contextual (esta se encuentra presente en todos los grupos experimentales), sino más bien en la instrucción de recordar u olvidar palabras con connotación matemática. Aun así, se consideró que esa investigación utilizó un paradigma de amenaza contextual matemática pues no mediaba ningún estereotipo estigmatizante para algunas o todas las personas participantes (i.e. no corresponde al fenómeno de la amenaza de estereotipo) y constituye por tanto un antecedente al constructo que se ha definido para el presente proyecto.

Otro antecedente interesante lo establecen Huguet y Régner (2007) en un estudio en el que buscaban evidencia de amenaza de estereotipo en situaciones cuasi-ordinarias en la escuela, en las cuales se inducía a creer (erróneamente) que una tarea a punto de ser realizada medía habilidades matemáticas. Específicamente, seleccionaron en su estudio número 1 a 40 personas (20 niños y 20 niñas) con edades entre 11 y 13 años, de sexto y séptimo año de una escuela pública francesa, a las cuales se les pidió un autorreporte de cómo se comparaban en matemática con respecto a sus compañeros de clase (1=mucho peor, 5=mucho mejor) y que calificaran el nivel de importancia de la matemática (1=no importante, 5=muy importante). Los participantes se asignaron aleatoriamente en dos grupos con igual cantidad de participantes, a uno de los cuales se les decía que una tarea viso-espacial que estaban por realizar era una prueba de geometría y que su desempeño serviría para poder incorporar esa prueba en un libro de geometría (condición experimental de prueba de geometría) mientras que a la otra mitad se le decía que se trataba de un juego de memoria y que su desempeño serviría para incorporar la prueba en una revista de

diversión (condición experimental de juego de memoria). En ambos casos se les pidió que tomaran la prueba muy en serio y que pusieran su esfuerzo. Después de eso, la persona que dirigía el estudio dejaba la habitación durante exactamente 50 segundos, tiempo en el cual la persona participante debía memorizar una figura que aparecía en una hoja de papel colocada sobre su escritorio. Posteriormente, regresaba la persona que dirigía el experimento y se llevaba la figura, dando a la persona participante 5 minutos para reproducir la figura que codificó. Luego cada participante contestaba si estaban de acuerdo en que la prueba que realizaron tenía un carácter escolar (1=completamente en desacuerdo, 5=completamente de acuerdo) y el grado en que la tarea les había parecido difícil (1=nada, 5=extremadamente) e interesante (1=nada, 5=extremadamente). En los resultados del estudio las personas investigadoras concluyen que se da una activación implícita e indirecta de la amenaza de estereotipo en las niñas colegialas (al menos las que se perciben a sí mismas como sobresalientes en matemática) que además se encontraban en la condición llamada prueba de geometría, es decir, a las que erróneamente se les hizo creer que la prueba medía habilidades matemáticas, ya que mostraron un menor rendimiento en la tarea de codificación y reproducción de la figura.

Cabe destacar que el estudio anterior, utiliza un diseño que, en la delimitación planteada en el presente proyecto, podría ser catalogado como de amenaza contextual matemática. Para los autores del artículo, lo que se dio fue una activación de la amenaza de estereotipo por la caracterización de la tarea que para ellos fue lo que provocó el déficit en el rendimiento. Sin embargo, el estudio se expone acá como antecedente de la amenaza contextual matemática, pues el diseño propuesto en el mismo, carece de la información explícita de género y no se vuelve saliente tampoco en ninguna de las actividades

preliminares a la tarea, por lo que, según la delimitación que se plantea para la presente investigación, el diseño se enmarcaría como amenaza contextual matemática. En otro estudio llevado a cabo por las mismas personas investigadoras (Huguet y Régner, 2009), en la que participa un total de 199 estudiantes (92 niñas y 107 niños con edades entre 11 y 13 años), se plantea un paradigma análogo al ya descrito, con la diferencia de que la condición en la cual se indica que la prueba por realizarse medirá habilidad en geometría es comparada con la condición en la cual se indica que la prueba por realizarse es para medir su habilidad para dibujar. Uno de los resultados más interesantes en ese estudio consistió en que las niñas tuvieron un menor desempeño que los niños en la condición de prueba de habilidad en geometría, mientras que en la condición de prueba de habilidad en dibujo las niñas tuvieron un mejor desempeño que los niños. Al igual que en el estudio anterior los análisis se hacen tomando en cuenta la variable de género, con el objetivo de enfocar e interpretar los resultados como un efecto implícito indirecto de la amenaza de estereotipo, aunque desde la perspectiva de la presente investigación el diseño propuesto también coincide con el constructo de amenaza contextual matemática.

Ahora bien, en los dos últimos estudios mencionados es importante destacar que el diseño cumple los parámetros definidos en el presente estudio para amenaza contextual matemática, no obstante, la tarea llevada a cabo por las personas participantes en realidad no mide habilidades o destrezas matemáticas y en su lugar, lo que se mide se relaciona más con la memorización visual y la capacidad de reproducir un dibujo. A pesar de eso, el hecho de definir dos condiciones experimentales, en una de las cuales se vuelve saliente la supuesta naturaleza matemática de la tarea para perfilar a la persona participante en geometría, hacen que, aunque se obtengan resultados para el paradigma de la amenaza de



estereotipo indirecta e implícita, dichos diseños contienen una amenaza contextual matemática explícita y directa. En cierta manera, en estos últimos dos estudios mencionados la amenaza contextual matemática (tal como se define en este estudio) fue utilizada como una especie de disparador indirecto de la amenaza de estereotipo.

### ***1.1.2. Asociación de la ansiedad matemática y la capacidad de memoria de trabajo con el desempeño en tareas matemáticas***

Aunque podría considerarse que la resolución de problemas matemáticos recurre a mecanismos que involucran el razonamiento lógico, también puede ser influenciada por componentes afectivos. Hay estudios que reportan que la influencia de factores emocionales tales como la ansiedad sobre el desempeño exitoso en la resolución de problemas intuitivos en tareas matemáticas (Beilock y DeCaro, 2007; Chuderski y Jastrzębski, 2017; 2018; DeCaro et al., 2010; DeCaro et al., 2016; Gimmig et al., 2006; Ramirez et al., 2013). En particular, un tipo de ansiedad que tiene capacidad de impacto sobre el desempeño en la resolución de problemas matemáticos es la llamada ansiedad matemática, que se puede definir como un sentimiento de tensión, aprensión o miedo que interfiere con el desempeño matemático (Ashcraft, 2002).

El efecto de la ansiedad matemática sobre el desempeño en tareas matemáticas ha sido ampliamente documentado, debido a lo cual el entendimiento de este tipo de ansiedad tiene gran relevancia tanto en el desarrollo y uso de las habilidades matemáticas de las personas así como por ser en sí misma una causa de estrés y angustia (Dowker et al., 2016). A continuación, se mencionan algunos de los estudios relacionados la asociación entre ansiedad matemática y desempeño en tareas matemáticas.

Un meta-análisis llevado a cabo por Hembree (1990) se ha convertido en un importante referente de la relación entre los niveles de ansiedad matemática y el desempeño, ya que sus resultados determinaron correlaciones negativas entre la ansiedad matemática y medidas de aptitud y logro en matemática en estudios que abarcaban diferentes grados escolares y universitarios, lo cual evidenció que de manera consistente niveles mayores de ansiedad matemática se relacionan con un menor desempeño en matemática, tanto en los estudios en los que el desempeño se midió con tareas como en los que se midió por medio de notas obtenidas en cursos. Por otra parte, en dicho meta-análisis se llevó a cabo un estudio para determinar la relación de la ansiedad matemática y el desempeño en términos del tamaño del efecto, utilizando trece investigaciones de matemáticas universitarias que se recopilaron y en las cuales se comparaban las notas obtenidas por estudiantes con niveles altos y bajos de ansiedad matemática. El tamaño del efecto, medido mediante el índice estadístico  $d$  de Cohen, corresponde a la cantidad de desviaciones estándar de diferencia entre las puntuaciones medias de los dos grupos comparados (Cohen, 2013). La media de los trece efectos fue  $\bar{d} = -0.61$ , lo que evidencia que los estudiantes menos ansiosos tuvieron un mejor desempeño de manera consistente.

Otro estudio relacionado con la asociación ansiedad matemática y desempeño, que es citado en forma recurrente en muchos de los artículos consultados es el de Ashcraft y Kirk (2001), quienes encuentran evidencia de que el efecto de la ansiedad matemática es mayor en problemas que conllevan mayores demandas de memoria de trabajo. Parte del diseño en esa investigación conllevaba una tarea dual en la que se planteaba a los participantes resolver sumas de dos números que podían ser de uno o dos dígitos (en este

último caso podían involucrar “llevar” una cantidad de la posición de las unidades a las de las decenas) mientras que, simultáneamente debían efectuar una tarea secundaria de memoria, consistente en mantener en su memoria de trabajo dos o seis letras aleatorias que debían reportar después de decir la respuesta de la suma. Estas tareas se asignaron tanto a participantes con bajo nivel de ansiedad matemática como a participantes con alto nivel de ansiedad matemática. Los análisis evidenciaron que la ansiedad matemática afectó negativamente a los participantes en los problemas matemáticos que dependían más de los recursos de memoria de trabajo. El efecto principal de la ansiedad matemática en ese estudio se dio sobre la precisión en las respuestas, siendo que la tasa de error se incrementa conforme aumenta el tamaño del problema (en cantidad de dígitos) y se incorpora el carácter dual a la tarea, lo cual indica una dependencia de la precisión en las respuestas al recurso disponible de memoria de trabajo para el procesamiento de la tarea aritmética.

Los dos estudios anteriores fueron incluidos en este recuento por la relevancia que han tenido para múltiples estudios posteriores relacionados con la asociación entre ansiedad matemática y desempeño en tareas matemáticas. Sin embargo, también hay una gran cantidad de investigaciones mucho más recientes con ese mismo objeto de estudio. A continuación, se detallan algunos de los hallazgos en esos estudios.

Reali et al. (2016) exploran la relación entre ansiedad matemática y desempeño sobre una selección de ítems de las pruebas nacionales estandarizadas que se utilizan en Colombia para evaluar desempeño en matemática. Se analizaron los datos de un grupo de 296 estudiantes colombianos con edades entre 8 y 16 años. Se efectuaron análisis por género y por grado escolar y se controlaron otros tipos de ansiedad (ansiedad general y ansiedad ante los exámenes). Los análisis correlacionales evidenciaron que el desempeño

matemático tiene una correlación significativa negativa con la ansiedad matemática, con un coeficiente de Pearson  $r = -.174$  mientras que el desempeño no evidencia una correlación con las otras medidas de ansiedad, a pesar de que la ansiedad matemática si muestra una correlación significativa y positiva tanto con ansiedad general como con ansiedad ante los exámenes. Adicionalmente, se corre un modelo de regresión que buscaba predecir desempeño matemático utilizando como variables predictoras el género, el grado escolar, la ansiedad matemática, la ansiedad general, la ansiedad ante los exámenes y la interacción ansiedad matemática. A partir de ese modelo se llega a resultado consistente obtenido anteriormente, a saber, que la única variable de ansiedad que predice el desempeño matemático en ese conjunto de datos es la ansiedad matemática.

Hill et al. (2016) exploran diferencias por etapa de desarrollo en la asociación entre ansiedad matemática y desempeño en tareas aritméticas, para lo cual efectúan un análisis de correlaciones entre las puntuaciones en las tareas, la ansiedad matemática y la ansiedad general, en estudiantes de diferentes niveles escolares (primaria y secundaria). En los estudiantes de secundaria se evidenció una correlación parcial negativa moderada entre ansiedad matemática y los puntajes en aritmética, estadísticamente significativa, tanto para varones ( $r = -.28$ ) como para mujeres ( $r = -.22$ ) y estas correlaciones se mantuvieron significativas al controlar la ansiedad general. De hecho, análisis de regresión jerárquica realizados en ese estudio, evidenciaron que la ansiedad general no explica la importancia de la ansiedad matemática en la predicción del desempeño. Ahora bien, el estudio no logra evidenciar una asociación entre ansiedad matemática y desempeño en aritmética en estudiantes de primaria. Solo una débil correlación negativa se da en las niñas, pero al controlar por ansiedad general deja de ser significativa, lo que sugiere que, en estudiantes

más jóvenes, niños o niñas, no hay asociación entre ansiedad matemática y desempeño y que, por lo tanto, es posible especular que la asociación negativa entre ansiedad matemática y desempeño en problemas aritméticos, surge más adelante en la línea de tiempo educativa, a nivel de secundaria, en la que los problemas son cognitivamente más exigentes y las personas estudiantes se enfrentan a pruebas con un mayor impacto en cuanto a consecuencias académicas. Sin embargo, cabe destacar que el estudio reporta que a nivel de primaria ya se evidencia la presencia de la ansiedad matemática y que las niñas muestran mayores puntuaciones de ansiedad matemática que los niños en esa misma etapa escolar.

Otro estudio reciente, en el cual los resultados sugieren que el efecto negativo de la ansiedad matemática sobre el desempeño puede ser identificado de manera más clara en problemas cuya resolución depende en los recursos de memoria de trabajo, es el de Hunt y Sandhu (2017) quienes condujeron un estudio en el que 80 personas universitarias participantes (22 hombres y 58 mujeres) con edades entre 18 y 47 años ( $M=25.95$ ,  $SD=8.76$ ) resolvieron mentalmente una serie de 120 problemas aritméticos (sumas de dos dígitos con la respuesta y en la que la persona debía reportar si el resultado era correcto o no). Los indicadores de desempeño eran el tiempo de respuesta y la cantidad de errores. Las personas habían reportado previamente su nivel de ansiedad matemática, lo que permitió que los investigadores los clasificaran en personas con alta ansiedad matemática y personas con baja ansiedad matemática. Los problemas eran de dos tipos, dependiendo si en la operación aritmética se incluía o no la necesidad de llevar alguna cifra (de las unidades a las decenas). La presión endógena añadida a la tarea consistía en que para la mitad de las personas las operaciones debían ser realizadas en un tiempo limitado de 15 minutos mientras que la otra mitad de las personas no tenían esa limitación de tiempo para

resolver las operaciones. Por otra parte, la mitad de los participantes tenían un reloj visible y la otra mitad no (presión exógena). Entre los resultados obtenidos resaltan dos interacciones que se pudieron identificar, a saber, (i) una interacción significativa entre ansiedad matemática y la presión endógena (la cantidad de errores fue mayor entre los individuos con alta ansiedad matemática cuando tenían un límite de tiempo para resolver el ejercicio), (ii) una interacción significativa entre ansiedad matemática y la presión exógena (la cantidad de errores aumenta en las personas con baja ansiedad matemática en presencia de un reloj); sin embargo, estas interacciones se detectan únicamente en el conjunto de los problemas que requerían llevar una cifra, es decir, en aquellos que consumían más recursos de memoria de trabajo, lo cual según las personas autoras del estudio, aumenta la evidencia previa de que la ansiedad matemática conlleva un deterioro en el desempeño en aquellos problemas que dependen más de la capacidad de memoria de trabajo.

En general, en esta recopilación de antecedentes, fue posible encontrar varios estudios que han explorado el papel de la capacidad de memoria de trabajo en la relación entre ansiedad matemática, la selección de estrategias de resolución de problemas y el desempeño en los problemas matemáticos (Chang y Beilock, 2016; Ramirez et al., 2013; Ramirez et al., 2016), así como el diseño de intervenciones cuyo objetivo es atenuar los efectos de la ansiedad durante las pruebas sobre el rendimiento matemático (Bellinger et al., 2015; Park et al. 2014). La relación entre la ansiedad de los individuos, su capacidad de memoria de trabajo y su desempeño en la resolución de problemas matemáticos intuitivos también ha sido objeto de estudio. Por ejemplo, algunas investigaciones (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 generado situaciones experimentales en las que una tarea que incluye la resolución de problemas matemáticos intuitivos se lleva a cabo en condiciones de alta presión y se ha llegado a una conclusión interesante: el aumento de la presión y 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 problemas intuitivos. No obstante, estudios más recientes (Chuderski y Jastrzębski, 2017, 2018) implementan diseños análogos con los que se llega a la conclusión contraria (en situaciones de alta presión una mayor capacidad de memoria de trabajo en los individuos facilita la resolución de problemas intuitivos), lo cual sugiere que hay factores que modulan el efecto de la presión en la resolución de los problemas matemáticos intuitivos.

También cabe destacar que se han llevado a cabo estudios en los que tareas de respuesta de comportamiento psicológicas o cognitivas se han complementado con otras técnicas propias de otras disciplinas (actividad deseable en el contexto de las ciencias cognoscitivas) con lo que se han logrado explorar y establecer asociaciones directas o indirectas entre ansiedad matemática y desempeño. Por ejemplo, asociaciones han sido reportadas e interpretadas partir de la respuesta fisiológica de las personas ante tareas matemáticas, mediante métodos y paradigmas propios de la neurofisiología o la neurociencia aplicados en combinación con instrumentos propios de la psicología cognitiva. Se citan a continuación dos ejemplos de ese tipo de estudios.

Mattarella-Micke et al. (2011) llevaron a cabo un estudio en el cual se efectuó la medición de la ansiedad matemática de las personas participantes, de su capacidad de memoria de trabajo y, adicionalmente, se midió el cortisol en su saliva antes y después de resolver problemas matemáticos demandantes. La selección de la hormona cortisol en este

estudio, como un índice de excitación fisiológica, se justificó puesto que ha sido documentado que se relaciona con la respuesta ante factores estresantes en seres humanos. Los resultados reportados sugieren que en individuos con niveles bajos de capacidad de memoria de trabajo el desempeño no se relaciona con el nivel de cortisol ni con la ansiedad matemática. Sin embargo, para individuos con mayor nivel de capacidad de memoria de trabajo y de ansiedad matemática, se evidenció que un mayor nivel de cortisol en la saliva se asocia con un menor desempeño, mientras que, en individuos con alto nivel de capacidad de memoria de trabajo, pero menor nivel de ansiedad matemática, los datos evidenciaron que un mayor nivel de cortisol en la saliva se relaciona con un mejor desempeño. En otras palabras, los resultados sugieren que en personas con mayor capacidad de memoria de trabajo la respuesta corporal ante la situación de enfrentarse a problemas demandantes matemáticos puede llevarla a desempeñarse bien o mal y será la ansiedad matemática la que determinaría eso.

También se ha explorado el impacto de la ansiedad matemática sobre la actividad del cerebro durante la ejecución de tareas matemáticas. En esa línea, Klados et al. (2015) llevan a cabo un estudio en el que se analiza la medida electrofisiológica de reactividad cerebral ante un estímulo determinado y que se denomina potencial relacionado a un evento (ERP). En el estudio los participantes completaron instrumentos de medición de ansiedad estado y rasgo, así como un instrumento para medir el nivel de ansiedad matemática. Adicionalmente, los ERPs fueron grabados mientras los participantes ejecutaban tres tareas de medición de capacidad de memoria de trabajo y cuatro tareas aritméticas. Los datos de respuesta fisiológica (amplitud de los ERPs) proporcionan evidencia de que niveles altos de ansiedad matemática se asocian con una menor activación



cortical durante la realización de tareas aritméticas simples (principalmente en las etapas iniciales del procesamiento del estímulo numérico de las tareas cognitivas). El efecto de los niveles altos de ansiedad matemática sobre la amplitud de los ERPs se observó también durante la ejecución de las tareas de capacidad de memoria de trabajo. Además, se verificó que los efectos de la ansiedad matemática sobre las medidas electrofisiológicas tomadas no son afectados significativamente por diferencias en la complejidad o dificultad de las tareas ni por diferencias individuales en desempeño o por el nivel de otros tipos de ansiedad (estado y rasgo).

Para finalizar este apartado, se recomienda la revisión realizada por Maloney et al. (2013), en la cual se sintetizan los hallazgos de múltiples estudios y se llega a mostrar que los fenómenos de ansiedad matemática y la amenaza de estereotipo, a pesar de sus diferentes etiologías, afectan el rendimiento matemático de las personas y resaltan que se ha logrado evidenciar que la capacidad de memoria de trabajo es el mecanismo subyacente común a ambos procesos.

### ***1.1.3. Conclusión de los antecedentes***

La revisión documental anterior evidencia que, a diferencia del ampliamente estudiado fenómeno de amenaza de estereotipo, no fue posible encontrar más que unos pocos estudios en los que se genera un contexto en el que se hace referencia a una amenaza contextual matemática (sin denominarla con ese nombre específico) por medio de una implementación en sus diseños que se ajustan a los parámetros establecidos en la delimitación que se hizo en el presente estudio para ese tipo de amenaza. En ese sentido, se detectó un vacío en cuanto a estudios específicamente relacionados con amenaza en (o

por) contextos matemáticos que no involucren directamente estereotipos relacionados con alguna de las identidades sociales de las personas (género, etnia, etc.).

En lo que respecta a la ansiedad matemática y su relación con el desempeño en tareas matemáticas fue posible identificar múltiples estudios que, desde diferentes enfoques o paradigmas, han documentado la naturaleza negativa de dicha relación. Así mismo, fue posible encontrar antecedentes que respaldan la importancia de la memoria de trabajo como mecanismo subyacente y compartido por la ansiedad matemática y la amenaza de estereotipo en la relación de cada una de ellas con el desempeño en la resolución de problemas matemáticos. Ahora bien, al no estar documentada la manipulación experimental directa de la condición de amenaza contextual matemática, no se ha explorado en forma específica su relación con el desempeño en problemas matemáticos intuitivos controlando la memoria de trabajo y la ansiedad matemática. Finalmente, también se pudo identificar varios estudios en los que se incorporó la variable de ansiedad general (no específicamente matemática) y se exploró su relación con el desempeño en problemas intuitivos matemáticos.

## 1.2. Justificación

En Costa Rica desde el año 2013 el Ministerio de Educación Pública (MEP) puso en vigencia nuevos programas de estudio en Matemática, en los cuales el enfoque principal del currículo se centra en la resolución de problemas en contextos reales como parte de la mediación pedagógica para desarrollar capacidades cognitivas superiores. Estos programas, que abarcan tanto la educación primaria y secundaria, señalan que un problema deberá contar con la complejidad suficiente como para provocar una acción cognitiva no simple (Ministerio de Educación Pública, 2012). Con la implementación de la propuesta metodológica del MEP, se volvió pertinente llevar a cabo investigaciones relacionadas con la resolución de problemas matemáticos y con los factores que pueden incidir en la efectividad de una persona a la hora de resolverlos. En otras palabras, se ha vuelto necesario identificar y controlar factores que pueden afectar la efectividad de una persona en la resolución de problemas matemáticos que requieren de soluciones creativas en situaciones novedosas y, en particular, aquellos que son planteados en contextos de alta presión en los que se podría magnificar el efecto de la ansiedad.

Por otra parte, desde la disciplina de la Educación Matemática han surgido posturas que enfatizan la necesidad de recurrir a la colaboración interdisciplinaria a la hora de comprender los factores que inciden en el desempeño en habilidades matemáticas. En ese sentido García Santillán et al. (2016) señalan las siguientes consideraciones con respecto a las dimensiones a considerar en dicho desempeño:

Con este nuevo enfoque, la enseñanza de las matemáticas y la investigación sobre la competencia matemática, se ha ampliado de solo contemplar los

elementos disciplinares y epistémicos propios de las matemáticas, a la incorporación de nuevas aristas como es el proceso metacognitivo en el aprendizaje de las matemáticas y los elementos de orden social, actitudinal y psicológicos que conlleva dicho aprendizaje. ... Las evidencias presentadas por los diferentes autores, hacen necesario incorporar en los estudios del aprendizaje de las matemáticas, variables como la ansiedad frente a las matemáticas y su influencia sobre el desempeño en las mismas (p. 443)

Debido a las consideraciones anteriores, se justifica que desde las Ciencias Cognoscitivas se genere investigación que genere teoría aplicable a las tendencias en el ámbito de la Educación Matemática, particularmente en cuanto a factores que inciden en la adquisición del conocimiento matemático, así como en el desempeño de las habilidades matemáticas establecidas en los perfiles de salida oficiales. Lo anterior concuerda con lo señalado por Bermúdez (2014) cuando afirma que la educación es un área donde la ciencia cognitiva continúa teniendo aplicaciones significativas, pues los científicos cognitivos continúan estudiando cómo se lleva a cabo el aprendizaje y cómo se almacena, organiza y recuerda el conocimiento y, cuanto mejor se entiendan estos procesos complejos, más fácil será proponer y evaluar herramientas específicas para comunicar el conocimiento de manera efectiva (p. 484). En ese sentido, es completamente pertinente la exploración de los factores que pueden incidir en el desempeño en la resolución de problemas matemáticos (tales como la amenaza, la ansiedad y la memoria de trabajo) utilizando paradigmas y herramientas propios de las disciplinas que conforman las Ciencias Cognoscitivas.

Una consideración adicional, proveniente del contexto actual, podría ser también considerada como parte de justificación para el presente estudio. A pesar de que el anteproyecto de esta investigación fue presentado antes del año 2019 y durante ese año se realizó la recolección de los datos, en el año 2020 se disemina por todo el mundo y llega a Costa Rica el virus responsable de la enfermedad del coronavirus 2019 (COVID-19), lo que provocó que medidas sanitarias fueran implementadas en el país para mitigar la propagación del virus (Rosero Bixby y Jiménez-Fontana, 2021). Algunas de las restricciones aplicadas a nivel nacional fueron los períodos de cierre escolar, la implementación de clases virtuales y los modelos híbridos de lecciones presenciales y virtuales durante los años 2020 y 2021. En el 2022, con la vuelta a las clases presenciales, la percepción del contexto matemático puede haberse transformado y, para algunas personas, podría haberse vuelto en amenazante después de dos años de confinamiento o virtualidad de las lecciones matemáticas. Lo anterior podría estar sucediendo particularmente en personas vulnerables por la propia conciencia de que su formación en matemáticas puede tener vacíos o puede haber dependido principalmente del estudio independiente con poco acompañamiento. En ese nuevo escenario, se justifica que exista un estudio que delimite el concepto de amenaza contextual matemática y que, al haber sido realizado con datos obtenidos previos de la pandemia, a futuro puede servir de línea base o punto de comparación si, en estudios post-pandemia, se llega a determinar que existe algún efecto sobre el desempeño en problemas matemáticos provocado por la indicación a las personas de que están a punto de ser perfiladas o evaluadas en matemática para luego ser comparadas con otros individuos.

### **1.3. Objetivo general**

Examinar el papel de la amenaza contextual matemática (coherente o no con un indicador situacional) en el desempeño en problemas matemáticos intuitivos, controlando las variables de capacidad de memoria de trabajo, ansiedad matemática y ansiedad general rasgo.

### **1.4. Objetivos específicos**

- Estimar relaciones entre la amenaza contextual matemática y el desempeño en la resolución de problemas matemáticos intuitivos, controlando las variables de capacidad de memoria de trabajo, ansiedad matemática y ansiedad general rasgo.
- Estimar relaciones entre la coherencia de la amenaza contextual matemática con un indicador situacional y el desempeño en la resolución de problemas matemáticos intuitivos, controlando las variables de capacidad de memoria de trabajo, ansiedad matemática y ansiedad general rasgo.
- Estimar relaciones entre la ansiedad matemática y el desempeño en la resolución de problemas matemáticos intuitivos.
- Estimar relaciones entre la ansiedad general rasgo y el desempeño en la resolución de problemas matemáticos intuitivos.
- Estimar relaciones entre la capacidad de memoria de trabajo y el desempeño en la resolución de problemas matemáticos intuitivos.

## 2. MARCO TEÓRICO

En este apartado se hace la delimitación de los principales conceptos que fueron objeto de interés en la presente investigación junto con algunos referentes teóricos sobre los que se fundamentó dicha delimitación. En el primer apartado se abordan las características para que un problema de una tarea matemática sea considerado como un problema intuitivo. En el segundo apartado se da la conceptualización de amenaza contextual matemática que fue el objeto primordial de estudio. Este concepto se perfila a partir de las semejanzas y las diferencias con la amenaza de estereotipo y se delimita además lo que fue considerado como indicador situacional en el escenario de la amenaza contextual matemática. Posteriormente, se presentan dos subsecciones en las que se abordan enfoques teóricos y se da la delimitación de concepto para cada uno de los otros objetos de interés en el estudio, a saber, la ansiedad matemática, la ansiedad general y la capacidad de memoria de trabajo.

### 2.1. Los problemas matemáticos intuitivos

En concordancia con la descripción dada por el MEP (Ministerio de Educación Pública, 2012, p.29) en este estudio se establece que un problema matemático es un planteamiento o una tarea que cumple las siguientes características:

- Busca generar la interrogación y la acción utilizando conceptos o métodos matemáticos.
- Implica que la persona que se enfrenta al problema piense sobre ideas matemáticas sin que ellas tengan que haber sido detalladamente explicadas con anterioridad.

- Implica que a la persona que se enfrenta al problema no se le han mostrado soluciones similares.
- Implica los conceptos y procedimientos matemáticos estén íntimamente asociados al contexto dado en el problema.
- Posee complejidad suficiente para provocar una acción cognitiva no simple.
- La persona que lo resuelve debe utilizar la información de manera novedosa.

A partir de los puntos señalados el MEP también destaca que, si ante tarea matemática la persona identifica inmediatamente las acciones necesarias para llegar a la solución, entonces no se trata de un verdadero problema sino de un ejercicio matemático. En el presente estudio se adoptaron los puntos anteriores para que una tarea matemática sea considerada un problema.

Por otra parte, para delimitar si un problema matemático reviste un carácter intuitivo, se seguirá la línea de Batchelder y Alexander (2012, p.57) que consideran poco práctico tratar de dar una definición lógica y precisa de lo que es un problemas intuitivos o de tipo *insight*, pero consideran que es posible delimitarlos como aquellos que comparten varias de las siguientes características:

- Están planteados de tal manera que admiten varias representaciones posibles del problema, cada una con un espacio de búsqueda de solución asociado.
- Las representaciones iniciales probables son inadecuadas porque no permiten la posibilidad de descubrir una solución al problema.
- Para superar tal falla, es necesario encontrar una representación productiva alternativa del problema.



- La búsqueda de una representación productiva del problema puede verse facilitada por un período de actividad no resolutive llamado incubación, y también puede potenciarse mediante sugerencias bien elegidas.
- Una vez obtenida, una representación productiva conduce bastante directa y rápidamente a una solución.
- La solución involucra el uso de conocimiento que es bien conocido por el solucionador.
- Una vez que se obtiene la solución, se acompaña de la llamada experiencia "¡ajá!".
- Cuando se revela una solución a alguien que no lo resuelve, la capta rápidamente, a menudo con un sentimiento de sorpresa por su simplicidad, similar a la experiencia "¡ajá!".

Por lo tanto, para efectos de esta investigación, en una tarea matemática un problema se considerará intuitivo si cumple con los puntos mencionados anteriormente.

## **2.2. La amenaza contextual matemática y la coherencia con un indicador situacional**

El constructo definido como amenaza contextual matemática se ha delimitado a partir de dos elementos que la definen, a saber, (i) la señalización explícita hecha a una persona de que una tarea que está por realizar es de naturaleza matemática y de que el desempeño en dicha tarea permitirá perfilar a esa persona en matemática para ser comparada con otras personas que también resolverán la tarea y, (ii) no se hace ninguna utilización de enunciados estereotipados sobre alguna de las identidades sociales de la persona como miembro de un grupo en particular (por género, etnia, etc.) ni tampoco se

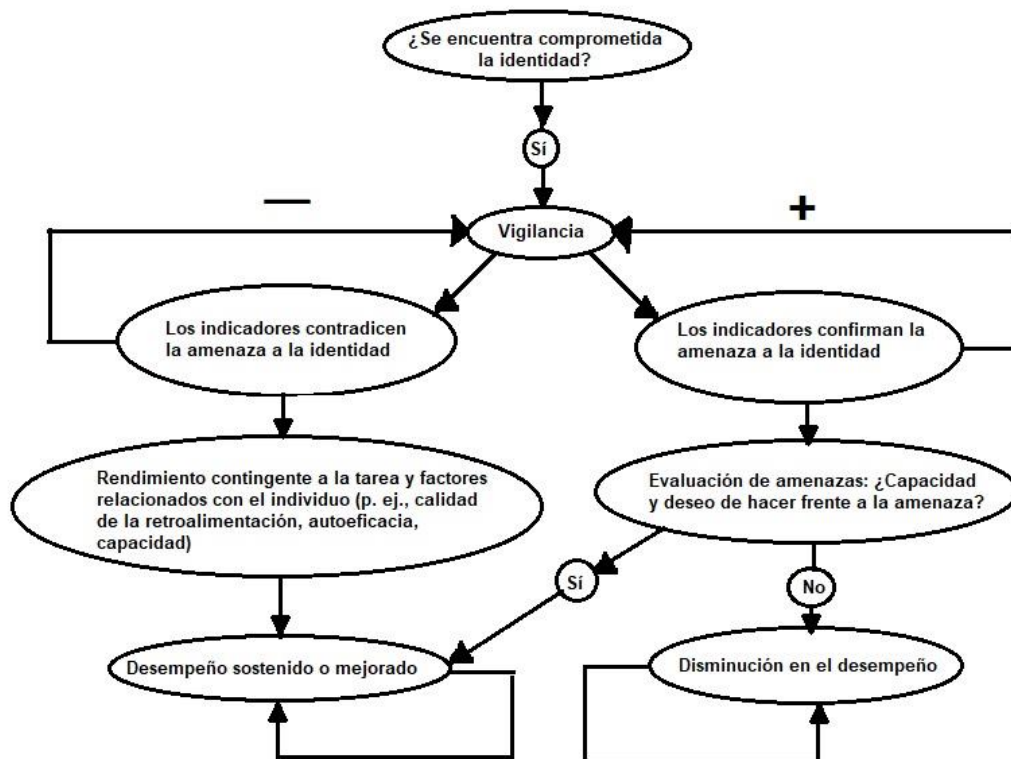
hace alusión a ningún tipo de consecuencia adicional derivada del desempeño en la tarea salvo los ya mencionados, a saber, el perfil de la persona en el área matemática y la posterior comparación con otras personas en esa área.

La caracterización anterior marca claramente tanto la principal semejanza como la principal diferencia de la amenaza contextual matemática con respecto a la amenaza de estereotipo. Hay que tener presente que el fenómeno que define a la amenaza de estereotipo consiste en que la activación de estereotipos culturalmente compartidos afecta el desempeño de los miembros pertenecientes al grupo estereotipado (Steele y Aronson, 1995). Por tanto, es posible apreciar que ambos tipos de amenaza tienen como semejanza el hecho de volver saliente un elemento asociado a una tarea con la intención de que la persona que está por realizarla esté consciente de la importancia añadida a dicho elemento. Lo que marca la diferencia entre ambos tipos de amenaza es la naturaleza del elemento que se vuelve saliente en forma explícita. Mientras que, en la amenaza de estereotipo, el elemento que se activa es un estereotipo (usualmente negativo) con respecto al desempeño de los miembros de un grupo de pertenencia de la persona expuesta a la amenaza, en la amenaza contextual matemática, por la misma delimitación planteada al inicio de esta subsección, ese tipo de enunciados estigmatizantes quedan descartados. En la amenaza contextual matemática el elemento que se vuelve saliente, mediante un enunciado explícito, se relaciona únicamente con la naturaleza matemática de la tarea y con el hecho de que la persona será perfilada en matemática a partir de su desempeño para ser comparada con otras personas.

Puesto que la amenaza contextual matemática tiene similitudes y diferencias con la amenaza de estereotipo, se propuso explorar si mecanismos identificados en esta última también son identificables en el escenario de la amenaza contextual. Con ese propósito es que se toma el fenómeno descrito en la revisión hecha por Murphy y Taylor (2012) quienes señalan que la amenaza de estereotipo es inicializada y mantenida por señales situacionales amenazantes en el entorno (explícitas o sutiles) que serán interpretadas por el individuo como un potencial maltrato o devaluación, particularmente si sugieren que la identidad o filiación con un grupo tiene algún valor o importancia particular en un ámbito. Así, si la pertenencia de ese individuo se vuelve más prominente que otras de sus identidades sociales y, si las señales situacionales son lo suficientemente fuertes, se puede alcanzar un umbral particular que activa un proceso de vigilancia. La vigilancia aumentada, a su vez, provoca que la atención de la persona se dirija a la búsqueda de otras señales situacionales en el entorno que le permitan confirmar si su pertenencia al grupo estereotipado puede ser fuente de estigma.

Así, siempre en el contexto de la amenaza de estereotipo, Cohen y García (2008) señalan que las identidades sociales, como la etnia o el género pueden interactuar con otros factores situacionales (que incluso pueden ser sutiles) para afectar el logro (incluso profundamente). Para ese tipo de amenaza esos autores proponen y ponen a prueba un modelo teórico llamado modelo de la identidad en compromiso (ver figura 2-1) el cual propone que, si las personas piensan que su identidad podría ser la base de un trato negativo, esa identidad se verá comprometida psicológicamente lo que, a su vez, los llevará a estar atentos a las señales situacionales relacionadas con si en realidad están siendo tratados negativamente o no. Si las señales no confirman tal amenaza de identidad, el

rendimiento dependerá relativamente más de los factores relacionados con la tarea y el individuo, lo que a menudo conducirá a un rendimiento sostenido o mejorado. Si las señales confirman la amenaza de identidad, seguirá un proceso de evaluación, en el que las personas evalúan si tienen la capacidad y el deseo de hacer frente a la amenaza. Si la respuesta es afirmativa, tenderá a seguir un rendimiento sostenido o mejorado. Si la respuesta es no, tenderá a seguir un rendimiento más bajo. La recurrencia puede ocurrir en varios momentos, como cuando las señales que confirman la amenaza exacerban la vigilancia o cuando el bajo rendimiento exagera la experiencia de la amenaza, lo que a su vez conduce a un peor rendimiento (Cohen y García, 2008, p.366).



*Figura 2-1. Modelo de compromiso de la identidad y los efectos de la amenaza de una identidad social sobre el desempeño*  
Traducido y adaptado de Cohen y García (2008, p.366).

Ahora bien, si se sale del ámbito de la amenaza de estereotipo y se pasa al de la amenaza contextual matemática, surge la interrogante de si la coherencia de la amenaza contextual matemática con un factor situacional que la confirme provocaría la aparición (o incremento) del efecto negativo de la exposición a dicha amenaza sobre el desempeño en problemas intuitivos de una tarea matemática. Aunque el modelo de Cohen y Garcia (2008) se ajusta en muchos aspectos al fenómeno descrito como vigilancia en la amenaza de estereotipo, el caso de la amenaza contextual matemática no encaja en este modelo en forma exacta. En primer lugar, en el caso de la amenaza de estereotipo se han identificado y manipulado experimentalmente diferentes tipos de indicadores situacionales que pueden confirmar la amenaza y contribuir en su efecto sobre el desempeño. Por ejemplo, en la amenaza de estereotipo (dependiendo del estereotipo que se esté activando) se han manipulado experimentalmente indicadores o señales situacionales como por ejemplo tener que reportar en una prueba estandarizada el género o la etnia a la que la persona participante pertenece antes (versus después) de resolver la misma (Stricker y Ward, 2004), ser la única persona perteneciente al grupo estereotipado (por etnia o género) en un recinto donde se realiza la tarea relacionada con el estereotipo (Thompson y Sekaquaptewa, 2002; Sekaquaptewa & Thompson, 2003), pedir a personas bajo la amenaza de estereotipo por género observar vídeos en los que resalta que la proporción de hombres a mujeres promocionando una actividad académica es 3:1 (versus 1:1 en otro grupo experimental) para activar el proceso de vigilancia reflejado en el recuerdo de detalles del vídeo así como el reporte de interés por participar en la actividad (Murphy et al., 2007), tan solo por mencionar algunos.

Sin embargo, puesto que en el enfoque creado para la amenaza contextual matemática no se hace ninguna alusión a grupos estereotipados, la activación de un proceso de vigilancia y la conceptualización de indicador situacional asociado con dicha clase de amenaza, tienen que revestir esa misma característica, a saber, las señales situacionales deberían confirmar (o desmentir) que la señalización explícita de la naturaleza matemática de la tarea por realizar y del hecho de estar siendo perfilado con la misma se trate, en efecto, de un contexto particularmente amenazante. Sin embargo, dichas señales no deben evocar o relacionarse con estereotipos de ninguna clase, para evitar la activación del otro tipo de amenaza, a saber, la amenaza de estereotipo. De esta forma, para que un indicador situacional sea consecuente con la delimitación creada para la amenaza contextual matemática, las señales confirmatorias (o no) de esta clase de amenaza deberían provenir de la naturaleza matemática de la tarea y estar únicamente relacionadas con el hecho de que la persona está siendo perfilada en matemática.

Debido a lo anterior, en el presente estudio se definió como indicador situacional asociado a la amenaza contextual matemática a una señal, diseñada intencionadamente, que es presentada sutilmente a una persona después de haber sido expuesta a la declaración explícita de dicha amenaza (tal como fue delimitada anteriormente) y antes de la ejecución de la tarea matemática y que, en el ámbito de la amenaza contextual matemática, se relaciona únicamente con la naturaleza de la tarea matemática por medio de una alusión implícita que confirme el carácter amenazante del contexto matemático de la tarea (indicador situacional coherente con la amenaza) o que desacredite el carácter amenazante del contexto matemático (indicador situacional no coherente con la amenaza).

### **2.3. La ansiedad matemática y la ansiedad general rasgo**

El interés por la exploración de la ansiedad matemática remonta varias décadas ya. Hace ya cincuenta años, en un artículo muy importante en psicometría que buscaba generar una escala para la ansiedad matemática, Richardson y Suinn (1972) afirmaban que la ansiedad matemática involucra sentimientos de tensión y ansiedad que interfieren la manipulación de números y la resolución de problemas matemáticos en una amplia variedad de situaciones académicas y de la vida cotidiana y que, además, pueden impedir que un estudiante apruebe cursos básicos de matemáticas o que siga cursos avanzados en matemáticas o ciencias. Más recientemente Ashcraft (2002) se refiere a la ansiedad matemática como un sentimiento de tensión, aprensión o miedo que interfiere con el rendimiento matemático mientras que Maloney & Beilock (2012) la describen como una reacción emocional adversa hacia la matemática o hacia la perspectiva de hacer matemática.

Para el presente trabajo, la caracterización que se escogió para delimitar el concepto de ansiedad matemática fue la misma que utilizaron Pérez Tyteca et al. (2013) quienes la definen de la siguiente manera:

Consideramos la ansiedad matemática como un estado afectivo caracterizado por la ausencia de confort que puede experimentar un individuo en situaciones relacionadas con las matemáticas, tanto de su vida cotidiana como académica, y que se manifiesta mediante un sistema de respuestas que engloban una serie de “síntomas”, como son: tensión, nervios, preocupación, inquietud, irritabilidad, impaciencia, confusión, miedo y bloqueo mental (p.67)

La ansiedad general rasgo, también variable de interés para el presente estudio, se delimita teóricamente a partir de la caracterización dada por Spielberger (1966) quien distingue dos clases de ansiedad, a saber, la ansiedad que corresponde a un estado transitorio que fluctúa con el tiempo (ansiedad estado) y la ansiedad que se relaciona con los rasgos de la personalidad que permanecen relativamente estables a lo largo del tiempo (p.15). Refiriéndose específicamente a la ansiedad rasgo, este autor la describe como una predisposición adquirida por una persona que implica, por un lado, una percepción en la cual un amplio rango de situaciones o estímulos pueden ser considerados como amenazantes o peligrosas (aunque objetivamente tal vez no lo sean) y, por otra parte, una tendencia a responder ante esas amenazas con niveles elevados de ansiedad estado que incluso podrían considerarse desproporcionados, en cuanto a intensidad, con respecto a la magnitud objetiva de la amenaza o estímulo. Según continúa detallando el autor, la ansiedad estado involucra un proceso o secuencia de eventos temporalmente ordenados que pueden ser inicializados por estímulos externos o internos que conscientemente pueden ser evaluados por la persona como amenazantes y que culminan con el enfrentamiento o elusión frente a la situación peligrosa; mientras que en el caso de la ansiedad rasgo, se conceptualiza como el reflejo de experiencias pasadas que de alguna manera determinan diferencias individuales en la propensión a la ansiedad, entendida como la disposición a percibir ciertos tipos de situaciones como peligrosas y reaccionar ante ellas con ansiedad estado, aunque la intensidad de la ansiedad estado relacionada con la ansiedad rasgo, no necesariamente sea la misma para todos los estímulos (Spielberger, 1966, pp.16-18).



Ahora bien, desde este punto de vista teórico, la ansiedad matemática tiene elementos en común que permitirían considerarla un tipo de ansiedad estado pues, aunque puede estar de alguna manera relacionada con rasgos y experiencias pasadas de una persona, el estímulo que la desencadena es la matemática y, por lo tanto, corresponde a un estado de ansiedad transitorio que desaparece en el momento en que la persona no se encuentra ante contextos matemáticos. En ese sentido, existe una justificación teórica para suponer que la ansiedad matemática y ansiedad estado podrían depender una de la otra (i.e. una ser una combinación lineal de la otra) y, por lo tanto, la inclusión y la medición simultánea de ambas variables podría generar situaciones no deseables en modelos de regresión (colinealidad o cuasicolinealidad).

Debido a la consideración anterior, que en efecto puede considerarse tanto teórica como metodológica, en el presente trabajo la variable ansiedad general rasgo fue la que se volvió de interés para ser delimitada y, posteriormente, incluida en los modelos que se propondrán en el marco metodológico. Por lo tanto, a la luz de lo expuesto por Spielberger (1966), para este trabajo se define la ansiedad general rasgo como el conjunto de características individuales, estables en el tiempo, que provocan que una persona muestre una propensión o tendencia a percibir ciertas situaciones como peligrosas o amenazantes y responder ante esas situaciones con niveles altos de ansiedad estado.

#### **2.4. La capacidad de memoria de trabajo**

El término memoria de trabajo fue utilizado inicialmente por Baddeley y Hitch (1974) para referirse a un sistema central para el procesamiento y almacenamiento temporal (ambos limitados) de la información. Estos autores proponen tres componentes

estructurales relacionados con el procesamiento de la información, a saber, (i) un ejecutivo central, (ii) un bucle fonológico y (iii) una agenda viso-espacial. Estas dos últimas estructuras serían sistemas de procesamiento y mantenimiento de, respectivamente, la información verbal o acústica y la información visual o espacial. Ambos sistemas serían controlados por el ejecutivo central que constituiría un espacio de trabajo flexible pero con capacidad limitada (Baddeley y Hitch, 1974). Posteriormente Baddeley (2002) expondría que el modelo tripartito de la memoria de trabajo era insuficiente para explicar la manera en que los sistemas subsidiarios del ejecutivo central (i.e. el bucle fonológico y la agenda viso-espacial) y la memoria a largo plazo logran integrar la información de unos y otros, para mantener activos el mantenimiento y la manipulación de la misma. De esta manera, este autor, postula la existencia de un componente más en el sistema de memoria de trabajo llamado el regulador episódico, que representa un sistema de almacenamiento de código multimodal. Este regulador (*buffer*) es llamado episódico en el sentido de que contiene episodios o escenas integrados y sirve de regulador al proporcionar una interfaz de capacidad limitada entre sistemas que utilizan diferentes códigos, dentro de los que incluye a la memoria a largo plazo, que tendrá por medio de este regulador enlaces con los demás subsistemas (Baddeley, 2002).

Turner y Engle (1989) proporcionan múltiples referencias que muestran que desde la propuesta inicial de Baddeley y Hitch, en los modelos posteriores que han buscado caracterizar la memoria de trabajo se ha asumido que existe una limitación en la cantidad de información que puede ser mantenida activa en un momento dado y que, generalmente, se asumen que esa limitación afecta el procesamiento consecuente, es decir, el nivel de procesamiento se ve limitado, en cierta medida, por la limitación de la memoria de trabajo.

Engle (2002) expone su idea de la capacidad de memoria de trabajo y su relación con el control de la atención de la siguiente manera:

El término capacidad, tal como se usa en las discusiones sobre la memoria a corto plazo (STM), a menudo evoca imágenes de un número limitado de elementos o fragmentos que se pueden almacenar (por ejemplo,  $7 \pm 2$ ). Sin embargo, mi sensación es que la capacidad de memoria de trabajo no se trata de diferencias individuales en cuántos elementos se pueden almacenar per se, sino de diferencias en la capacidad de controlar la atención para mantener la información en un estado activo y rápidamente recuperable. Por lo tanto, la capacidad de memoria de trabajo es tan importante en la retención de una sola representación, como la representación de una meta o del estado de una variable cambiante, como lo es para determinar cuántas representaciones se pueden mantener. La capacidad de memoria de trabajo no se trata directamente de la memoria, se trata de usar la atención para mantener o suprimir información. La capacidad de memoria de trabajo tiene que ver con la memoria solo indirectamente. Una mayor capacidad de memoria de trabajo significa que se pueden mantener más artículos en estado activo, pero esto es el resultado de una mayor capacidad para controlar la atención, no un almacenamiento de memoria más grande. Por lo tanto, una mayor capacidad de memoria de trabajo también significa una mayor capacidad para utilizar la atención para evitar distracciones. (Engle, 2002, p.20)

Oberauer y Kliegl (2006) proponen que la mayoría de las tareas complejas requieren memoria de trabajo la cual tiene una capacidad muy limitada. Ellos definen la memoria de trabajo como un sistema para recordar varios elementos presentados brevemente (por ejemplo, palabras, dígitos, imágenes de objetos, ubicaciones espaciales) y para manipular estos u otros elementos al mismo tiempo y afirman que cuando utilizan el término límite de capacidad se refieren a la observación de que el rendimiento de las personas disminuye rápidamente con un aumento en la demanda de memoria en una amplia variedad de tareas experimentales, entendiendo como demanda de memoria al número de elementos independientes que deben mantenerse simultáneamente disponibles para su procesamiento (Oberauer & Kliegl, 2006, pp.601-602).

Por otra parte, la capacidad de memoria de trabajo puede ser considerada como una variable diferenciadora entre individuos. Rodríguez-Villagra et al. (2013) destacan que esta capacidad juega un papel crucial en la cognición humana y que las personas con alta capacidad de memoria de trabajo tienden a desempeñarse mejor que las personas con baja capacidad de memoria de trabajo en una variedad de tareas cognitivas y, de hecho, hacen referencia a diversos estudios que evidencian que la capacidad de memoria de trabajo constituye un buen predictor para pruebas de inteligencia, comprensión del lenguaje y capacidad de razonamiento. Oberauer et al. (2008) afirman que la capacidad de memoria de trabajo es el mejor predictor de la habilidad de razonamiento, ya que explica al menos la mitad de la varianza en pruebas de razonamiento e inteligencia fluida<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> La inteligencia fluida (*Gf*) se relaciona con el uso de procesos mentales para resolver problemas desconocidos o novedosos a cuya solución no se puede llegar mediante la simple memorización o comportamientos rutinarios. *Gf* es el contraste de la llamada inteligencia cristalizada (*Gc*) que se refiere a las actuaciones cognitivas para las que es necesario el uso de conocimientos, algoritmos o habilidades adquiridas de forma previa.

Tomando como base las consideraciones teóricas anteriormente descritas, en el presente estudio se asumió una definición de memoria de trabajo que las abarca y es la dada por Rodríguez-Villagra (2015) que la delimita como el sistema que permite “mantener un subconjunto de representaciones mentales (e.g., localizaciones espaciales, números o palabras) disponibles mientras otro tipo de información o las mismas representaciones son manipuladas con el objetivo de resolver una tarea cognitiva” (Rodríguez-Villagra, 2015, p.44).

Con respecto a la capacidad de memoria de trabajo en este proyecto se delimitó a partir de la caracterización dada por Oberauer et al. (2008) que se refiere a la capacidad de memoria de trabajo como la habilidad de mantener varios elementos independientes de información disponibles en forma simultánea para su acceso directo. De esta forma, la capacidad de memoria de trabajo se define como un parámetro muy general del sistema cognitivo que actúa como un factor limitante importante para una amplia variedad de tareas cognitivas complejas.

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Diseño de investigación

El diseño metodológico utilizado en el presente proyecto es experimental, ya que tratamientos específicos, a saber, la amenaza contextual matemática y la coherencia de la amenaza, fueron incorporados a una tarea de forma intencionada para identificar su incidencia sobre la variable de desempeño de los participantes en la resolución de problemas matemáticos intuitivos de dicha tarea. Por otra parte, la aleatorización en la asignación de las personas participantes en uno de dos grupos experimentales o en un grupo control implica mayor seguridad en la carencia de sesgos iniciales en la conformación de los grupos (Campbell y Stanley, 1995).

Ahora bien, el diseño propuesto reviste las siguientes tres características: (i) la ya mencionada asignación aleatoria de los participantes en los grupos experimentales, (ii) la exposición a la amenaza contextual matemática y a la coherencia de la amenaza con un indicador situacional (variables experimentales cuyos efectos se pretendía medir) se da antes de la resolución de la tarea matemática en la que se encontraban los ítems intuitivos sobre los cuales se exploró en busca de algún efecto de dicha manipulación y, (iii) el diseño incluía un grupo en el que los participantes no son expuestos a la amenaza contextual (grupo control). Debido a las características anteriores en la categorización que Campbell y Stanley (1995) hacen de los diferentes tipos de diseños experimentales, el diseño del presente proyecto se clasifica como experimental de grupo control con postest únicamente.

### **3.2. Modelo teórico (hipótesis)**

El modelo que se implementó de manera empírica explora la influencia sobre el desempeño en problemas intuitivos de una tarea matemática viso-espacial de un constructo teórico definido y delimitado en este proyecto (amenaza contextual matemática). Se busca explorar en el modelo planteado si la amenaza contextual matemática tiene, como se supone, elementos en común con otro fenómeno que sí ha sido estudiado ampliamente por su efecto sobre el desempeño en tareas matemática, a saber, la amenaza de estereotipo. Dentro de los elementos que se explora y se asume que comparten la amenaza contextual matemática y la amenaza de estereotipo, está la activación de una vigilancia aumentada (posterior al planteo de la amenaza) que permita identificar indicadores situacionales que confirmen (o no) la amenaza.

Una de las dos hipótesis diseñadas para el estudio, involucran las relaciones esperadas entre la manipulación experimental de la amenaza contextual matemática sobre el desempeño en la resolución de los problemas intuitivos de una tarea matemática viso-espacial. Por otra parte, en una segunda hipótesis se busca explorar el papel de la ansiedad matemática y la capacidad de memoria de trabajo sobre el desempeño en la resolución de problemas matemáticos intuitivos de una tarea matemática viso-espacial. Así que en los modelos propuestos se controló la ansiedad matemática y la capacidad de memoria de trabajo. Dichas hipótesis son las siguientes:

- Se predijo un efecto principal de la amenaza contextual matemática sobre el rendimiento de los participantes en la resolución de problemas intuitivos, ya que (i) participantes expuestos a amenaza contextual matemática mostrarían un incremento en el consumo de tiempo requerido para resolver los problemas intuitivos así como una disminución en el nivel de precisión en las respuestas, en comparación con los participantes que no son expuestos a la amenaza contextual matemática y; (ii) participantes que son expuestos a una amenaza contextual matemática que reciben un indicador situacional coherente con la amenaza mostrarían un incremento en el tiempo consumido para dar su respuesta y mostrarían menor precisión en la resolución de los problemas matemáticos intuitivos, en comparación con los participantes en la condición amenaza contextual matemática que no están expuestos a un indicador situacional coherente con la amenaza.
- Se predijo, adicionalmente, (i) un efecto de la ansiedad matemática sobre dos indicadores de desempeño, a saber, el incremento en la ansiedad matemática se asociará con un incremento en el consumo de tiempo para dar respuesta y con una disminución en la precisión de las respuestas y; (ii) un efecto de la capacidad de memoria de trabajo sobre el indicador de precisión, a saber, el incremento en la capacidad de memoria de trabajo se asociará con un incremento en la cantidad de respuestas correctas.



### 3.3. Participantes

Un total de 112 personas participaron en el estudio. Fueron reclutadas en la Universidad de Costa Rica (UCR) y no recibieron ningún beneficio particular por su participación en el proyecto. Una persona fue excluida del estudio porque declara ser asistente de cursos de la carrera de Psicología y estaba familiarizada con de las tareas ejecutadas. Así, el estudio incluyó finalmente 111 participantes ( $M = 21.04$  años,  $SD = 3.05$ , 58 mujeres y 53 hombres). El cociente intelectual de los participantes evaluado mediante los puntajes de la escala 3 de factor “g” (Cattell y Cattell, 2001) mostró un valor promedio de 100.6 ( $SD=17.43$ , rango 64-148, primer cuartil=88, tercer cuartil= 112)<sup>2</sup>. Todos los sujetos firmaron un consentimiento informado, aprobado por el Comité Ético Científico de la UCR (ver anexo 7.1.). Seis de los participantes no se presentaron a una de las dos sesiones experimentales y la información de la covariable capacidad de memoria de trabajo no está disponible para estas seis personas.

### 3.4. Instrumentos

#### 3.4.1. *Adaptación del instrumento para medición de ansiedad matemática*

Fennema y Sherman (1976) crearon una escala con la intención de medir los sentimientos de ansiedad, pavor, nerviosismo y síntomas corporales asociados, relacionados con hacer matemáticas (p. 326). La escala contiene doce ítems tipo Likert (de 1=totalmente en desacuerdo hasta 5=totalmente de acuerdo). Ejemplos de los reactivos en esta escala son “no le tengo ningún miedo a las matemáticas”, “generalmente estoy tranquilo durante los exámenes de matemática” y “las matemáticas me ponen irritable o

---

<sup>2</sup> Las variables de edad, género y el cociente intelectual de desviación (CID) de las personas participantes fueron recolectadas e incorporadas en las bases de datos generadas, pero no se incluyeron en los modelos estadísticos, ya que su propósito era descriptivo de la población participante.

impaciente”. Una versión en español de la escala fue adaptada por Pérez-Tyteca (2012) quien señala que el hecho de que esa escala ha sido utilizada durante hace más de treinta años como medida de ansiedad matemática es una prueba visible de la validez de contenido de la misma. Además en un estudio con una población de 3725 estudiantes de la educación secundaria en Costa Rica, Meza et al. (2014) logran verificar excelentes características psicométricas de esa escala.

Para el presente estudio se implementó una adaptación a la escala a partir de las sugerencias obtenidas a través de entrevistas cognitivas realizadas en el segundo semestre de 2017. Para lograr lo anterior se contó con el apoyo de estudiantes del curso de Investigación 7 de la carrera de Psicología, que aplicaron el instrumento a 12 estudiantes de la Universidad de Costa Rica. Mientras las participantes entrevistados completaban el instrumento, se llevó a cabo la entrevista cognitiva, para lo cual la persona entrevistadora instruyó es cada persona para que conforme fuera completando el cuestionario pensara en voz alta, es decir, que expresara todo lo que se le venía a la mente conforme daba respuesta a las preguntas, lo cual incluía desde los aspectos relacionados a instrucciones hasta la claridad de cada pregunta, la dificultad de responder y, en fin, todo lo que la persona entrevistada considerara conveniente. A partir del reporte de las personas que dirigían las entrevistas (ver anexo 7.2.4) se identificaron los cambios que fueron incorporados a la versión final del instrumento (ver anexo 7.2.2). Una vez que se incorporaron los cambios se aplicó un estudio piloto con una muestra de 400 estudiantes de la Universidad de Costa Rica, con el propósito de analizar la confiabilidad de la adaptación de la escala que sería utilizada en la etapa experimental. De esta manera, se obtuvo que el alfa de Cronbach (1951) de la escala ajustada que se aplicó en el estudio piloto fue  $\alpha=0.84$ .

### ***3.4.2. Adaptación del instrumento para medición de la ansiedad general rasgo***

La ansiedad general rasgo como variable controlada se incluyó con el propósito contar con una referencia que permitiera verificar si algún efecto que pudiera ser atribuido a la ansiedad matemática no se deba a una característica estable de ansiedad de cada participante. La medición de esta variable de control se realizó mediante un formulario que el participante completaba en la computadora llamado Inventario de Ansiedad Estado-Rasgo (STAI por sus siglas en inglés) que se utiliza para medir estados y rasgos de ansiedad. Este instrumento de autorreporte, diseñado por Spielberger et al. (1970), consta de 40 preguntas en su versión completa de ansiedad estado/rasgo. Sin embargo, en el estudio se utilizó solo la subescala correspondiente a la dimensión ansiedad rasgo, que consta de 20 preguntas en la escala Likert (de 0=casi nunca hasta 3=casi siempre), diseñadas para evaluar el estado emocional de ansiedad que cada participante tiene habitualmente. Algunos ejemplos de los reactivos de la escala son “me gustaría ser tan feliz como otros”, “me preocupo demasiado por cosas sin importancia” y “soy una persona tranquila y serena”. Spielberger et al. (1982) diseñaron la versión en español del instrumento que fue el adaptado para este proyecto a partir de sugerencias obtenidas mediante entrevistas cognitivas realizadas en el segundo semestre de 2017 con el apoyo de estudiantes del curso de Investigación 7 de la carrera de Psicología, que aplicaron el instrumento a 12 estudiantes de la Universidad de Costa Rica, tal y como se describió anteriormente para la escala de ansiedad matemática y, a partir del reporte de los entrevistadores (ver anexo 7.2.5), se valoraron e incorporaron las sugerencias que aparecieron más frecuentemente con lo que se obtiene la versión final de la escala que sería aplicada en la etapa experimental (ver anexo 7.2.3). En el segundo semestre de 2018

después se aplicó la escala a una muestra de 400 estudiantes de la Universidad de Costa Rica para analizar la confiabilidad de la escala para la que se obtuvo que el alfa de Cronbach (1951) para el estudio piloto fue  $\alpha=0.91$ .

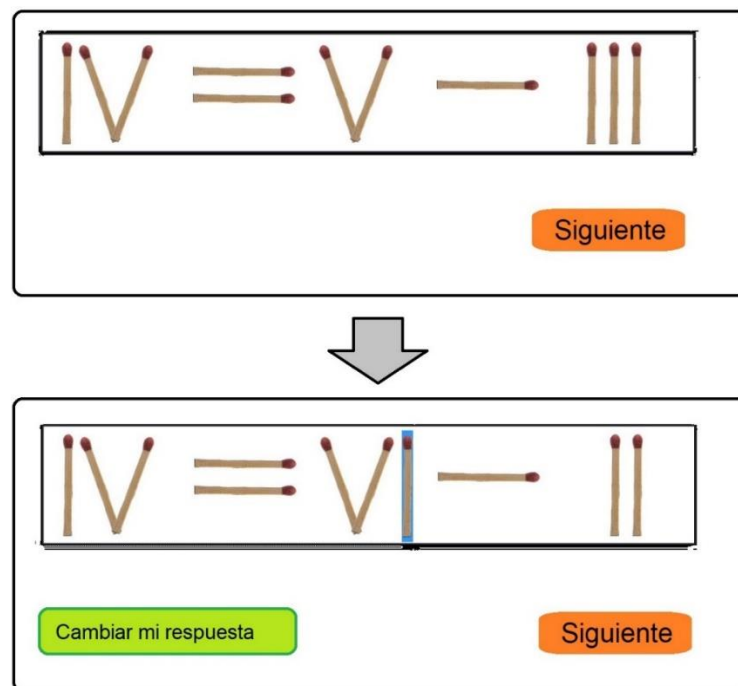
### ***3.4.3. Implementación de la versión computarizada de la tarea matemática de ecuaciones con fósforos***

Para la selección de la tarea matemática se tomaron en cuenta algunos parámetros, a saber, (i) que ya se hubiera utilizado (al menos en su versión de papel y lápiz) en la exploración de las relaciones entre algunas de las variables de interés (capacidad de memoria de trabajo, desempeño en problemas intuitivos bajo presión), (ii) que requiriera un bajo nivel de conocimiento matemático que no dependiera particularmente de  $Gc$ . (iii) que tuviera un nivel de dificultad suficiente para ser creíble como medida perfiladora de capacidad matemática, (iv) que incluyera tanto problemas intuitivos como problemas incrementales (diferenciables unos de otros) y, finalmente, (v) que permitiera incorporar la manipulación experimental de la amenaza contextual matemática y medir algún efecto de la misma sobre el desempeño en los problemas intuitivos de la tarea.

A partir de las consideraciones anteriores, se implementó una adaptación computarizada de la tarea de ecuaciones con fósforos, diseñada por Knoblich et al.(1999) y utilizada (en su versión en papel y lápiz) en estudios de capacidad de memoria de trabajo, resolución de problemas intuitivos y razonamiento fluido (Chuderski y Jastrzębski, 2017, 2018; DeCaro et al., 2016).

Los problemas aritméticos con fósforos consisten en igualdades falsas escritas utilizando números romanos. Cada declaración tiene tres números, un operador aritmético

(+ o -) y el símbolo igual (=), todos ellos contruidos con fósforos (esto es, en las imágenes parecen fósforos). El problema consiste en convertir el enunciado falso en uno verdadero cambiando de lugar un único fósforo en un movimiento. Cada problema tiene una única solución. En la versión computarizada sólo se podía mover solo un fósforo arrastrándolo con el mouse a una nueva posición. Tenían un tiempo máximo de dos minutos para resolver cada problema y hacer clic en el botón "Siguiente" cuando terminaran. Si al finalizar los dos minutos el participante no había terminado, el siguiente problema aparecía automáticamente en la pantalla. Se incluyó un botón de reinicio (etiquetado "Cambiar mi respuesta") para deshacer el movimiento realizado (si este era incorrecto o si había sido involuntario) aunque esto no reiniciaba el tiempo transcurrido (ver figura 3-1).



*Figura 3-1: Ilustración esquemática de un problema de aritmética con fósforos y su solución.*

La categorización de los problemas de aritmética con fósforos que se seleccionó en el presente estudio coincide con la utilizada por Öllinger et al.(2008) y es la siguiente:

1. Los problemas de tipo estándar (ST por las iniciales en inglés *standard type problems*) requieren mover un fósforo en posición vertical de un numeral a otro (por ejemplo,  $IX = IV + III \rightarrow IX = VI + III$ ).
2. Problemas de relajación de restricciones (CR por las siglas en inglés de *constraint relaxation problems*) que incluyen aquellos que (i) requieren mover un trozo suelto de un signo más a un número (por ejemplo  $IV + I = II \rightarrow IV - II = II$ ), o, (ii) los que para resolverlos un fósforo debe ser quitado de un signo igual y colocado junto a un signo menos, para intercambiar el igual en menos y viceversa (por ejemplo,  $V = II - III \rightarrow V - II = III$ ) o, (iii) los problemas en los que se requieren el planteo de una tautología mediante la rotación del palo vertical desde el signo más (+) para obtener un segundo signo igual (=) en el enunciado (por ejemplo,  $VI = VI + VI \rightarrow VI = VI = VI$ ) o la rotación de un fósforo vertical de un número y su arrastre hasta un signo menos (-) para obtener un segundo signo de igual (por ejemplo,  $XI = XII - XI \rightarrow XI = XI = XI$ ). Estos problemas se resuelven relajando restricciones (asumidas, pero no declaradas) como por ejemplo 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.
3. Problemas de descomposición de trozos (CD por las iniciales en inglés *chunk decomposition problems*) que requieren deslizar uno de los dos palillos para

descomponer un numeral romano compuesto por una sola figura numérica de dos fósforos que juntos forman una unidad significativa, como es el caso de una V o una X (por ejemplo,  $IV = III + VI \rightarrow IX = III + VI$ ).

La categorización de Öllinger et al. (2008) toma en cuenta (i) la jerarquía en la dificultad del problema basada en el tipo de fragmento a descomponer (según los autores hay evidencia de que los participantes encuentran más natural y más fácil manipular fragmentos sueltos que fragmentos unidos) y, (ii) la jerarquía en la dificultad del problema basada en el tipo y cantidad de restricciones que es preciso relajar (vea tabla 3-1).

*Tabla 3-1: Categorización de los problemas de aritmética con fósforos según dificultad*

| Problema       | Solución              | CD  | CR  | Tipo |
|----------------|-----------------------|-----|-----|------|
| VIII = VI + IV | VIII = <b>IV</b> + IV | +   | 0   | ST   |
| VI = VI + I    | VI = <b>VII</b> - I   | ++  | +   | CR1  |
| IX = VI - III  | IX - VI = III         | ++  | ++  | CR2  |
| VI = VI + VI   | VI = VI = VI          | ++  | +++ | CR3  |
| VI = VI + V    | <b>XI</b> = VI + V    | +++ | 0   | CD   |

*Nota.* La columna uno muestra la tarea. La columna dos da la solución correspondiente. La columna tres indica el grado necesario de descomposición de los fragmentos. “+” Indica descomposición suelta, “++” intermedia y “+++” de fragmentos unidos. La columna cuatro indica el grado de relajación de restricción necesaria. Se asigna: 0 a la representación objetivos estándar que se apoya en conocimientos previos; “+” si se requiere relajar la restricción que asume que un operador debería mantenerse constante; “++” si se requiere relajar la restricción que asume que los dos operadores deberían mantenerse constantes; “+++” si se requiere relajar la restricción de que los operadores son constantes añadiendo además el supuesto de que las ecuaciones siempre constan de dos operadores diferentes. La última columna asigna las abreviaturas de las etiquetas para cada tipo de problema. ST: tipo estándar, CR1 - CR3: tipo de relajación de la restricción -el grado ascendente del número adjunto indica el grado de relajación de la restricción necesario-, CD: descomposición de fragmentos. La fuente en negrita en la columna dos indica los sitios donde ocurrió una manipulación. Traducido y adaptado de Öllinger, et al. (2008, p.272).

Cabe destacar que los reactivos de la tarea de ecuaciones con fósforos cumplen con la delimitación dada en el marco teórico para ser considerados problemas, a saber, (i) generan una interrogación y acción ligada a conceptos matemáticos internamente vinculados al contexto provisto, (ii) no se conocen procedimientos previamente explicados que le permitan a la persona resolverlo, (iii) poseen la complejidad suficiente para provocar una acción cognitiva no simple y (iv) la persona que lo resuelve debe utilizar la información de manera novedosa.

Con respecto a la naturaleza intuitiva de los problemas CR y CD, Knoblich et al. (2001) afirman que los procesos de descomposición de fragmentos y relajación de restricciones explican este carácter intuitivo (denominado en inglés *insight*) y, por tanto, los problemas de ST son clasificados como no intuitivos tal como se hace también en Öllinger et al. (2008). Por otra parte, los problemas CR o CD, cumplen con la delimitación planteada para este proyecto de lo que se considera un problema intuitivo, a saber, (i) admiten varias representaciones posibles del problema, (ii) las representaciones iniciales probables no permiten la posibilidad de dar solución al problema por lo que requieren representaciones alternativas, (iii) la búsqueda de una representación productiva del problema puede verse facilitada por un período de actividad no resolutiva (*impasse*), (iv) una vez obtenida una representación productiva conduce bastante directa y rápidamente a la solución, (v) la solución, una vez encontrada, puede parecer bastante evidente o simple al solucionador.

Debido a lo anterior, en este estudio se optó por adoptar dicha categorización de Öllinger et al. (2008) para identificar un problema de aritmética con fósforos como intuitivo o incremental así como su clasificación como ST, CD o CR. De esta forma, la



versión de la tarea de fósforos para el presente estudio tenía 24 problemas de los cuales 7 eran problemas incrementales (ST) y 17 problemas intuitivos (3 CR1 + 6 CR2 + 3 CR3 + 5 CD), distribuidos en tres bloques de ocho problemas cada uno y presentados en el mismo orden a todos los participantes, con un descanso de 30 segundos entre cada uno de los bloques (ver tabla 3-2).

Para efectos del análisis estadístico de los indicadores de desempeño en la tarea en los problemas intuitivos fueron excluidos los cinco problemas de la categoría CD por dos razones: (i) la implementación computarizada de la prueba presentó la necesidad de incluir instrucciones específicas para el uso del mouse entre las que fue necesario añadir la indicación de que el numeral V sólo se podía convertir en el numeral X y viceversa, pista que despoja de su carácter intuitivo a ese tipo de problemas y esto se reflejó en altos índices de precisión en esos ítems, y (ii) DeCaro et al., (2016) señalan que en algunos estudios que utilizaron una versión de papel y lápiz de esta prueba (Knoblich et al., 1999; Knoblich et al., 2001; Öllinger et al., 2008) los hallazgos en problemas de CD no siempre corresponden con hallazgos en problemas CR y es difícil determinar si estos dos tipos de problemas intuitivos involucran los mismos procesos. Por lo tanto, solo los problemas CR1, CR2 y CR3 se utilizaron como representantes de los problemas intuitivos en los modelos estadísticos.

*Tabla 3-2: Problemas de aritmética con fósforos de la tarea matemática utilizada*

| Bloque | Número | Categoría<br>(Incremental<br>/Intuitivo) | Tipo | Problema<br>enunciado | Solución      | Precisión |
|--------|--------|--|------|-----------------------|---------------|-----------|
| I      | 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      |
| II     | 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      |
| III    | 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      |
|        | 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      |

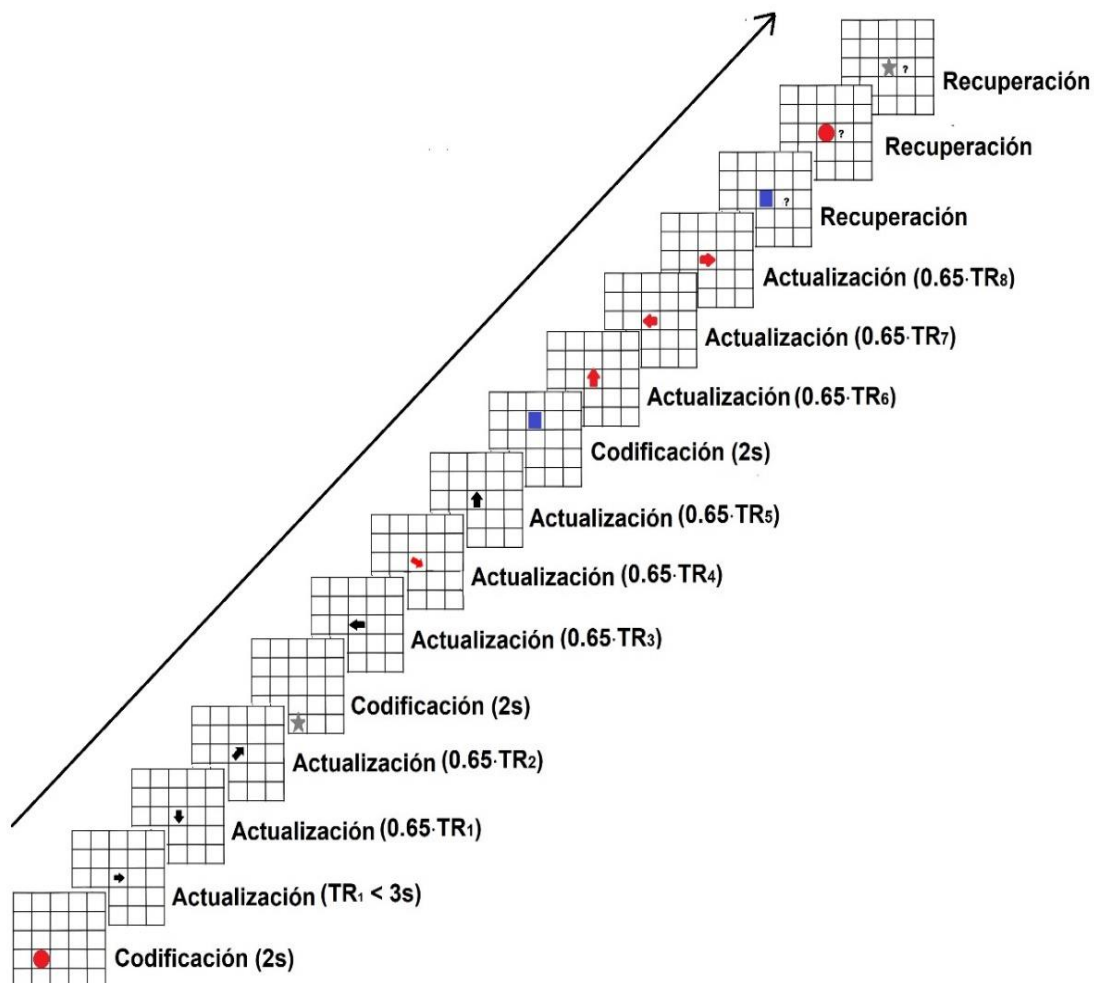
*Nota.* Problemas de aritmética con fósforos clasificados según la propuesta por Öllinger, et al. (2008) utilizados en el presente estudio y la precisión (porcentaje de personas que obtuvieron la respuesta correcta).

#### **3.4.4. Tarea visual espacial de actualización de memoria de trabajo**

Para controlar la capacidad de memoria de trabajo se aplicó una tarea de actualización de memoria. Oberauer y Kliegl, (2006) argumentan que el uso de tareas de actualización de la memoria de trabajo puede ser considerado como una medida válida para capacidad de memoria de trabajo y desarrollan una tarea de esta naturaleza con la que exploran los límites en cuanto a dicha capacidad. Variaciones de la tarea utilizada en dicho estudio fueron implementadas por Rodríguez-Villagra et al., (2013) y Rodríguez-Villagra, (2015). Una versión de esta última es la que se implementó en el presente estudio. En la tarea de actualización los participantes deben codificar en un tiempo de 2 segundos la ubicación de un estímulo en una celda de una cuadrícula de 5 x 5 celdas (ver Figura 3-2). Luego el estímulo desaparece y se despliegan tres fases 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 la parte central de la misma. Los participantes, partiendo de la ubicación original del estímulo, deben actualizar la localización del estímulo en la dirección señalada por la flecha si es negra o en la dirección opuesta si es roja. Lo anterior se debe realizar mediante un clic con el mouse del ordenador sobre el recuadro que, de acuerdo con la flecha, consideran es la nueva localización del estímulo. Después de tres actualizaciones cada participante debe codificar la nueva ubicación del estímulo. Una vez concluido el ensayo (tres actualizaciones) cada participante debía mantener en la memoria de trabajo la última ubicación de cada estímulo pues tenía que recuperar las posiciones finales de las tres figuras. La prueba estaba conformada por 35 ensayos, en cada uno de estos hay que realizar el proceso de actualización mencionado con tres figuras distintas. La tarea era

precedida por una práctica que duraba cuatro minutos o hasta que el participante lograra éxito completo de recuperación de tres estímulos en dos ensayos diferentes.

El tiempo que transcurría entre la presentación de la fase de actualización y el clic en la casilla correspondiente se denominó tiempo de respuesta. Por otra parte, el período máximo para dar la respuesta después de la presentación de un estímulo dependía de dos parámetros programados en la tarea. Así, en cada ensayo impar de la tarea de actualización de memoria de trabajo se denominó  $TR_i$  ( $i=1, 2, \dots, 8$ ) al tiempo máximo posible para dar la respuesta a la actualización  $i$  dentro de la secuencia del ensayo. La duración máxima  $TR_i$  de cada fase de actualización variaba según la paridad del número de ensayo y según el tiempo que le haya tomado efectuar la actualización anterior de forma que, si el ensayo es impar y para la actualización  $i$  a la persona participante tuvo un tiempo de respuesta de  $TR_i$  milisegundos, para la siguiente contará con un tiempo máximo de actualización de  $0.65 \cdot TR_i$  milisegundos. En el caso de los ensayos pares el tiempo máximo de actualización para el siguiente ensayo fue de  $1.7 \cdot TR_i$  milisegundos.



*Figura 3-2: Ilustración esquemática de un ensayo impar de la tarea de actualización para la variable capacidad de memoria de trabajo.*

### 3.5. Procedimiento

Se realizaron dos sesiones en las que se atendió como máximo a dos participantes. En la primera cada participante firmaba el consentimiento informado y llenaba un formulario con su información demográfica. Posteriormente efectuaba (en orden contrabalanceado) la escala de ansiedad matemática (adaptación de Fennema y Sherman, 1976), la escala de ansiedad general rasgo (adaptación de la escala STAI de Spielberger et al., 1982), el test factor g (Cattell y Cattell, 2001) y la tarea de aritmética con fósforos (adaptación de Knoblich et al., 1999). En la segunda sesión cada participante observó en la computadora una presentación con la explicación de la tarea de actualización de memoria de trabajo (Rodríguez-Villagra et al., 2013; Rodríguez-Villagra, 2015), luego efectuaba la práctica y, finalmente, ejecutaba los 35 ensayos de dicha tarea.

### 3.6. Manipulación experimental de la amenaza contextual matemática

En la etapa inicial de la tarea matemática aparecía una pantalla con instrucciones generales y al hacer clic en un ícono para continuar los participantes quedaban asignados aleatoriamente por el programa en una de tres condiciones experimentales: (i) condición de amenaza coherente, en la cual los participantes son expuestos a la amenaza contextual, pues se les pide leer con atención el siguiente mensaje en la 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*” y, después de leer los anterior, como indicador situacional coherente con la amenaza se les presentaron tres problemas de práctica (en adelante denominados práctica difícil) con un nivel de dificultad alto según el criterio descrito por Öllinger et al. (2008); (ii) condición de amenaza no coherente, en la cual los participantes recibían la misma

amenaza contextual pero un indicador de situación inconsistente con esa amenaza, a saber, tres problemas de práctica (en adelante denominados práctica control) con nivel de dificultad moderado/bajo, según el criterio descrito por Öllinger et al. (2008); y finalmente (iii) condición de no amenaza, en la que los participantes leyeron en la pantalla la siguiente instrucción neutra “*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*” y, posteriormente resolvieron la práctica control (ver Figura 3-3).

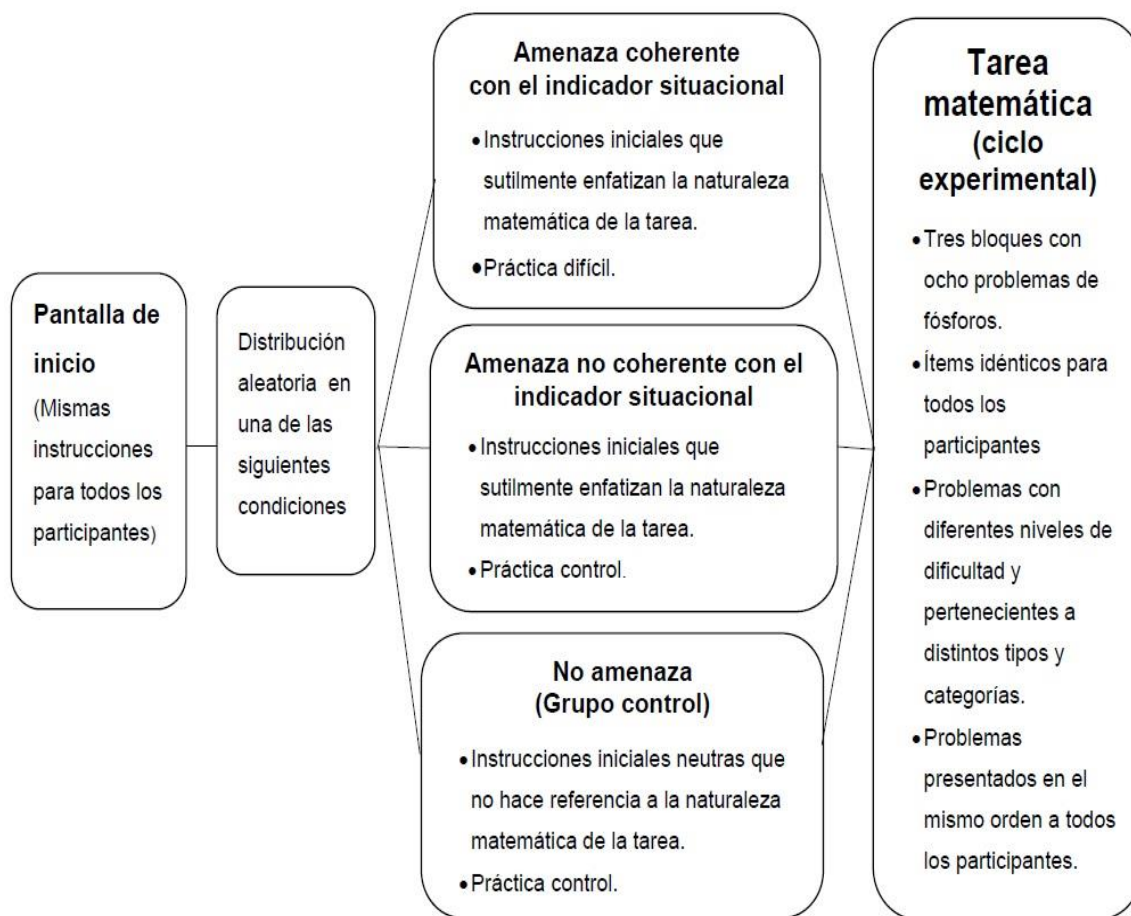


Figura 3-3: Diagrama con las condiciones experimentales

### 3.7. Aspectos éticos

El proyecto de trabajo final de graduación fue declarado como aprobado por el Comité Ético Científico (CEC) de la UCR en la sesión No. 137 celebrada el 27 de marzo del 2019.

El proceso de reclutamiento incluía visitas a aulas de la UCR en las cuales ya fuera el investigador o el asistente del proyecto (dependiendo de quién efectuara la visita) expuso la naturaleza y objetivo general de la investigación. En cada visita se recogía la información de contacto de las personas que manifestaban su deseo de participar y se les llamó en días posteriores para coordinar las fechas de las sesiones. Adicionalmente, cuando los voluntarios reclutados se presentaban a la sesión No. 1 programada, lo primero que debían hacer era leer en forma completa el documento llamado “*Fórmula de consentimiento informado*”, también aprobado por el CEC, que aparece en el anexo 7.1. En dicho documento se declara en forma explícita el propósito del proyecto, se hace una descripción de lo que se hará en las sesiones a las que asistiría cada participante, se señalaban aspectos como la no suposición de riesgo por participar, la no obtención de beneficios directos por participar, la voluntariedad en su participación y confidencialidad de la información. Además, se indicaba los medios de contacto con el investigador principal o con el profesor director del proyecto. Una vez que la persona participante concluía con la lectura del consentimiento, se le preguntaba si tenía dudas con respecto al mismo y se aclaraba cualquier consulta o inquietud manifestada. Inmediatamente después de esto, cada participante procedió a firmar el documento de igual manera que el encargado de dirigir la sesión. Finalmente, se le brindó una copia del consentimiento informado a la persona participante.



En el aspecto específico de la confidencialidad, el documento que los participantes leyeron y firmaron, señala explícitamente que los resultados podrían aparecer en una publicación científica o ser divulgados en una reunión científica, pero de una manera completamente anónima, pues se garantiza que los resultados harían referencia a diferentes grupos de participantes según las condiciones experimentales del estudio. El uso y divulgación de los datos y resultados de la investigación sería posible siempre que se mantuviera el anonimato de los participantes.

A las personas participantes no se les informó con respecto a los resultados individuales que obtuvieron en las diferentes tareas ejecutadas. La única retroalimentación que recibirán los participantes será por medio de un correo electrónico que se les enviará cuando el informe final de la tesis se encuentre disponible en el repositorio correspondiente de la UCR y, en el mismo correo, se les brindará el enlace al artículo en la revista científica en la que fueron publicados y divulgados los resultados.

### **3.8. Calidad de los datos**

En cuanto a la calidad de la información recolectada, hay que destacar que el único instrumento de papel y lápiz fue la prueba de Cattell (Cattell y Cattell, 2001) utilizada para medir la inteligencia fluida y, a partir de esa medición, obtener el coeficiente intelectual de desviación (CI<sub>d</sub>) como medida descriptiva de los participantes. Para ese instrumento en particular los datos completados fueron tabulados manualmente en una hoja de Cálculo y fueron revisados (dos veces por el asistente del proyecto y una vez por el investigador) mediante el contraste con los formularios originales para detectar inconsistencias o errores

de digitación. La recolección de los datos de las demás medidas (correspondientes a las variables de interés que serían utilizadas en los modelos estadísticos) se realizó de manera computarizada. De esta forma, el cuestionario para recolectar la información demográfica de las personas participantes, así como los instrumentos para medir ansiedad matemática y ansiedad general rasgo fueron llenados mediante formularios en GoogleDocs, cuya versión impresa aparece en los anexos 7.2.1., 7.2.2. y 7.2.3. La información recolectada fue descargada por la misma plataforma de Google en forma de hojas de cálculo cuya información fue revisada tanto por el investigador como por el asistente del curso para detectar posibles inconsistencias. El único dato erróneo encontrado se debió a que una persona digitó mal su número de participante, pero fue posible verificar de quién se trataba por la marca de hora en la hoja de cálculo. En lo que se refiere al desempeño en la tarea matemática y la medición de la capacidad de memoria de trabajo, la versión computarizada de cada una de esas tareas generaba una hoja de cálculo con la información de tiempos de respuesta y precisión de cada participante, indicadores que la herramienta informática brinda con un alto nivel de exactitud.

## 4. ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS

Esta sección consta de tres apartados. En el primero se exponen los indicadores definidos para la medición de cada una de las variables. En un segundo apartado se describen los análisis estadísticos a los que fueron sometidos los datos. Finalmente, en el tercer apartado, se hace un recuento de los resultados obtenidos a partir del análisis estadístico de los datos.

### 4.1. Indicadores

#### 4.1.1. *Indicador de ansiedad matemática*

La medición de la ansiedad matemática se llevó a cabo sobre las 111 personas participantes en el estudio y mediante la utilización de la adaptación de la escala de ansiedad de Fennema y Sherman (1976) que ya se describió en apartado de instrumentos en este mismo marco metodológico. A partir del reporte de las respuestas de los participantes, se procedió a efectuar el tratamiento inicial de los datos, mediante la generación de una base de datos en la cual los ítems planteados en forma negativa se les asignara su valor inverso en la escala de 1 a 5 (que correspondía a la resta de 6 menos el valor reportado en el ítem) de forma que en esos ítems, de igual manera que en los que estaban redactados en forma positiva, la interpretación fuera que mayores puntuaciones representan un mayor nivel de ansiedad matemática.

Se construyó para cada participante el indicador individual de ansiedad matemática, el cual corresponde a la puntuación media por sujeto en un rango entre 0 y 1. La fórmula con la que se determinó el indicador individual de ansiedad matemática es:

$$AM = \frac{1}{60} \sum_{i=1}^{12} x_i$$

en la cual AM corresponde al indicador individual de ansiedad matemática,  $i$  corresponde al número de ítem en la escala,  $x_i$  es la puntuación del ítem (de 1 a 5). La estandarización de los puntajes del indicador a la escala entre 0 y 1 se realizó con la finalidad de facilitar la comparación entre los niveles de ansiedad matemática entre participantes o con variables análogas (como la ansiedad rasgo) que tienen otros rangos en sus respectivas escalas.

#### **4.1.2. Indicadores del desempeño en la tarea de ecuaciones con fósforos**

Se definieron dos indicadores de desempeño en la tarea matemática que fueron generados por el programa computacional en el que esta se ejecutó y son los siguientes:

##### **4.1.2.1. Tiempo consumido para dar respuesta al ítem ( $RT_c$ )**

El tiempo que le toma a cada participante dar una respuesta a cada problema, en la versión computarizada de la tarea no resultaba un indicador práctico pues, en la implementación del programa, se definió que la persona participante contaría con un tiempo máximo de dos minutos (i.e. 120 000 milisegundos) para encontrar la respuesta luego de los cuales, en caso de no llegar a reportar la respuesta, el programa automáticamente pasaría al siguiente ítem. Debido a lo anterior, al pasar 120 000 milisegundos si la persona no daba respuesta el programa no reportaría un tiempo específico, sino que, en su lugar, quedaría como un dato perdido (codificado como *NA* en las bases de datos). Por lo tanto, era necesario generar un indicador que se relacionara con el tiempo de respuesta, pero que además permitiera aprovechar la información de los ejercicios en los que transcurrieron los dos minutos de tiempo de los cuales disponía cada participante. Para lograr eso, se definió como indicador de tiempo de respuesta al porcentaje de tiempo consumido por la persona participante, independientemente de que

llegara o no a la respuesta correcta. De esta forma, lo que se toma como indicador de tiempo es la razón entre el tiempo que le toma a cada participante dar la respuesta con respecto al tiempo total disponible. Por lo tanto, al efectuar la división el índice estará en el rango entre 0 y 1. El indicador para las personas a las cuales se les vence el tiempo correspondería a 1 (i.e.100%) y se interpretaría como una persona que consumió todo el tiempo disponible, independientemente de que no haya dado respuesta o de la precisión de la respuesta si es que la dio en los instantes finales, pero no le dio tiempo de oprimir el botón “siguiente” para dar la respuesta.

Por lo tanto, el porcentaje de tiempo consumido en cada ítem (con respecto a 2 minutos disponibles) para cada participante, se define mediante la fórmula

$$(RT_c)_i = \frac{RT_i}{120000}$$

en la cual  $(RT_c)_i$  es el indicador de consumo de tiempo para dar respuesta en el ítem  $i$  con respecto al total de tiempo disponible,  $RT_i$  es el tiempo de respuesta (en ms) registrado en el ítem  $i = 1, 2, 3, \dots, 24$  y que va desde el instante que aparecía el ítem en pantalla hasta que el participante oprimía el botón “*Siguiente*” o, en caso de que en el ítem  $i$  el participante no hubiera llegado a oprimir ese botón en los dos minutos que tenía disponibles entonces  $RT_i = 120\ 000$  y el porcentaje de tiempo consumido es 100% es decir,  $(RT_c)_i = 1$ . En resumen,  $RT_c$  es un índice de consumo de tiempo con respecto al total disponible.

#### 4.1.2.2. *Precisión en la respuesta al ítem ( $RT_c$ )*

Se definió como indicador de la variable dependiente de desempeño en la tarea matemática la precisión en las respuestas  $(ACC)_i$  en el ítem  $i = 1, 2, 3, \dots, 24$  que corresponde a 1 si la respuesta del ítem  $i$  es correcta o a 0 si la respuesta del ítem  $i$  es incorrecta.

Aunque los dos indicadores de la variable dependiente de desempeño en la tarea fueron generados e incluidos en la base de datos para todos los ítems de la tarea ( $i = 1, 2, 3, \dots, 24$ ), los modelos se ejecutaron sobre el subconjunto de ítems intuitivos CR ( $i = 3, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 16, 19, 20, 22, 24$ ) que eran el objeto de interés. Los ítems ST se dejaron en la base de datos para verificar si efectos encontrados para ítems intuitivos también podían ser detectados en los incrementales. Los ítems CD no fueron considerados en cuenta en ningún análisis, por las razones previamente expuestas en el apartado de instrumentos.

#### 4.1.3. *Indicador de la ansiedad general rasgo*

La covariada ansiedad general rasgo se midió sobre los datos de los 111 participantes, utilizando como instrumento la adaptación de la subescala de rasgo del STAI (Spielberger et al., 1982) que fue descrita en el apartado de instrumentos. Al igual que con la escala de ansiedad matemática se procedió a crear una base con los datos, en la cual los reactivos redactados de forma negativa quedarán invertidos (mediante la diferencia entre el valor 3 y el valor reportado en el ítem negativo de la escala de ansiedad general rasgo codificado en una escala de 0 a 3). De esta forma, mayores puntajes en estos reactivos negativos indican un mayor nivel de ansiedad general rasgo, tal y como sucede con los

reactivos redactados en forma positiva. Una vez hecho lo anterior, se construyó para cada participante un indicador de ansiedad general rasgo, en un rango entre 0 y 1, obtenido a partir de la media de las puntuaciones de los ítems de la escala, a saber,

$$AGR = \frac{1}{60} \sum_{i=1}^{20} y_i$$

en la cual  $AGR$  corresponde al indicador individual de ansiedad general rasgo,  $i$  corresponde al número de ítem en la escala,  $y_i$  es la puntuación del ítem  $i$  (de 0 a 3). Al igual que con el parámetro  $AM$  para ansiedad matemática, este parámetro se estandarizó a la escala entre 0 y 1 con la finalidad de facilitar comparaciones.

#### **4.1.4. Indicador de la capacidad de memoria de trabajo**

Para la covariada capacidad de memoria de trabajo se definió un indicador relacionado con la precisión en la recuperación de los estímulos después de que en cada ensayo de la tarea habían superado las etapas de codificación y actualización. Puesto en cada ensayo cada persona debía dar respuesta, mediante la señalización con el mouse de la ubicación final de cada uno de los tres estímulos del ensayo, generando en cada caso 0 si la ubicación señalada era incorrecta o 1 si la ubicación señalada era correcta, se efectuó la suma en cada ensayo de la puntuación, generando para cada uno de los ensayos una puntuación  $p_i$  (de 0 a 3), siendo la que  $i$  corresponde al número de ítem en la escala. Al ser 35 ensayos la puntuación máxima que se podía obtener era 105 puntos. De esta manera se definió el indicador para la capacidad de memoria de trabajo como la suma de los puntajes de los 35 ensayos dividida entre el puntaje máximo, a saber, 105 puntos. Por lo tanto, la fórmula correspondiente a este indicador para cada uno de los participantes es

$$CMT = \frac{1}{105} \sum_{i=1}^{35} p_i$$

en la cual,  $CMT$  es el indicador individual de capacidad de memoria de trabajo de cada participante y  $p_i$  corresponde a la puntuación del ensayo  $i$ .

#### 4.2. Análisis estadístico

El procesamiento, análisis y trazado de datos se realizaron con R en Rstudio (R Core Team, 2021; RStudio Team, 2020) utilizando los siguientes paquetes: tidyverse (Wickham et al., 2019), lme4 (Bates et al., 2015), Lattice (Sarkar, 2008), MuMIn (Burnham y Anderson, 2004). Se ajustaron modelos lineales de efectos mixtos (efectos fijos y aleatorios, LMMs) para evaluar el efecto del factor entre sujetos de condiciones de amenaza contextual (amenaza coherente, amenaza no coherente y no amenaza), la ansiedad matemática, la ansiedad general rasgo y la capacidad de memoria de trabajo sobre el porcentaje de tiempo consumido del total disponible para dar respuesta (primer indicador de desempeño en los problemas intuitivos de la tarea dada).

Con respecto al indicador de precisión corresponde a una variable dependiente dicotómica y, por lo tanto, discreta. Debido a lo anterior, el análisis de datos se basa en la generalización de los LMMs, a saber, los modelos lineales de efectos mixtos generalizados (efectos fijos y aleatorios, GLMMs) que si admiten el análisis para variable dependiente discreta. En resumen, estos modelos GLMMs se ajustaron para evaluar el efecto del mismo factor y las mismas variables continuas, mencionadas en el párrafo anterior, pero ahora sobre la precisión en la resolución de cada los problemas intuitivos de la tarea matemática (codificada como 1 si la respuesta es correcta y 0 si la respuesta es incorrecta).



Los contrastes fueron codificados como ortogonales y corresponden a comparaciones planificadas por el usuario, en las cuales los efectos fijos permitieron estimar las diferencias entre condiciones y el intercepto correspondía la gran media de las variables dependientes. Todos los modelos LMMs y GLMMs incluían el intercepto entre los participantes y entre los ítems correspondientes a problemas intuitivos como efectos aleatorios. Los modelos fueron ajustados por medio del procedimiento de máxima verosimilitud.

### **4.3. Resultados**

#### ***4.3.1. Confiabilidad de las escalas utilizadas***

Se examinó la confiabilidad de las escalas una vez que fueron aplicadas a las personas participantes, mediante la utilización del coeficiente alfa de Cronbach (1951) que es considerado una de las medidas más comunes de confiabilidad. En el caso de la tarea matemática, se obtuvo  $\alpha=.75$  para 23 reactivos (111 observaciones) pues no se tomó en cuenta el ítem 15 que no tuvo varianza. Por otra parte, la confiabilidad de los ítems intuitivos (objeto de interés en el estudio) fue adecuada ( $\alpha=.8$ ,  $n=111$ ) sin ninguna pérdida de ítems. Para la escala de ansiedad matemática con 12 reactivos se obtuvo que  $\alpha=.9$  y para la escala de ansiedad general rasgo con 20 reactivos se obtuvo que  $\alpha=.88$ , en ambos casos sobre 111 observaciones y sin pérdida ítems. Finalmente, para la tarea de actualización de memoria de trabajo, la confiabilidad de la escala con los 35 reactivos sobre 105 observaciones fue de  $\alpha=.94$ . Puesto que en investigación en ciencias sociales una alfa de Cronbach en el rango entre .7 y .8 puede ser considerado aceptable (Kline, 1999), cabe señalar que la confiabilidad de todas las escalas aplicadas fue aceptable.

### 4.3.2. *Correlaciones entre las variables*

La tabla 4-1 incluye la matriz de correlaciones entre las variables tomadas en cuenta en los modelos lineales que se analizan más adelante. En ella se aprecia que, sobre el conjunto de los problemas intuitivos de la tarea, la ansiedad general rasgo evidenció una correlación positiva y altamente significativa con la otra medida de ansiedad (i.e. ansiedad matemática), pero no se dio una correlación estadísticamente significativa con ninguna de las otras variables. Por otra parte, los indicadores de desempeño en la tarea matemática de tiempo consumido y precisión en las respuestas mostraron una fuerte correlación negativa entre sí. Con respecto a la ansiedad matemática, esta mostró una fuerte y significativa correlación negativa con la precisión y una correlación positiva, significativa también, con el tiempo consumido para responder los problemas intuitivos. Finalmente, la capacidad de memoria de trabajo evidenció una correlación negativa y significativa con el tiempo consumido para dar la respuesta y una correlación positiva y estadísticamente muy significativa con la precisión en las respuestas y con la ansiedad matemática.

*Tabla 4-1. Matriz de correlaciones entre las variables utilizadas en los análisis*

| VARIABLES                       | RT <sub>c</sub> | ACC     | Ansiedad matemática | Ansiedad general rasgo | Capacidad de memoria de trabajo |
|---------------------------------|-----------------|---------|---------------------|------------------------|---------------------------------|
| RT <sub>c</sub>                 | –               |         |                     |                        |                                 |
| ACC                             | -.55***         | –       |                     |                        |                                 |
| Ansiedad Matemática             | .29 **          | -.40*** | –                   |                        |                                 |
| Ansiedad general rasgo          | .13             | -.18    | 0.35***             | –                      |                                 |
| Capacidad de memoria de trabajo | -.28**          | .36***  | -.32***             | .05                    | –                               |

*Nota:* Códigos para la significancia estadística: \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ .  $N=111$  excepto para todas las correlaciones relacionadas con capacidad de memoria de trabajo en los que  $N=105$ .

Un aspecto interesante es que las correlaciones mostraron concordancia con lo señalado por Dowker et al., (2016), en cuanto a que aunque la ansiedad general rasgo y la ansiedad matemática evidenciaron una correlación alta y positiva entre ellas, la inclusión de ambas medidas no puede considerarse redundante pues, a diferencia de la ansiedad matemática (que correlacionó de manera significativa con todas las demás variables que serían incluidas en los modelos) la ansiedad general rasgo, como conjunto de características estables de las personas participantes, no evidenció una correlación significativa con las otras variables de estudio. Esto permite suponer que ambos tipos de ansiedad no son equiparables ni se relacionan de igual manera con el desempeño en la tarea o la capacidad de memoria de trabajo.

#### 4.3.3. *LMMs y GLMMs*

La tabla 4-2 resume los parámetros para los últimos modelos competidores que buscaban predecir los indicadores de desempeño  $RTc$  y  $ACC$  en términos de las condiciones experimentales de amenaza y la incorporación progresiva de las demás variables. De la comparación de los dos últimos modelos competidores M.1.1 y M.1.2 ajustados mediante LMMs para la variable dependiente  $RTc$  se concluyó que el M.1.1 (de ahora en adelante modelo 1) fue el que mejor se ajustó a los datos, pues los valores de BIC fueron menores para ese modelo y el valor de  $\Delta BIC$  sugirió poco apoyo al modelo con mayores valores de BIC. De igual manera, al comparar los dos últimos modelos competidores M.2.1 y M.2.2 para la variable  $ACC$ , ajustados mediante GLMMs, el menor valor de BIC correspondía para el modelo 2.1 y tomando en cuenta que los valores del  $\Delta BIC$  sugirieron que había poca evidencia para seleccionar el modelo con mayor valor de BIC se seleccionó como modelo ganador el M.2.1 (de ahora en adelante modelo 2). Una

vez que se verifica que los modelos 1 y 2 cumplen con los presupuestos para LMMs y GLMMs respectivamente, fueron confirmados como modelos seleccionados. Para ambos indicadores del desempeño en los modelos ganadores quedó descartada la variable ansiedad general rasgo lo que se consideró evidencia de que los efectos detectados por ansiedad corresponden específicamente a la ansiedad matemática. El uso del BIC y el  $\Delta$ BIC favoreció en cada caso el modelo con menos parámetros (i.e. el más parsimonioso).

*Tabla 4-2. Últimos dos modelos competidores para los indicadores de cada una de las variables dependientes*

| Modelo(V.D.)     | Efectos fijos  | Efectos aleatorios                | G.L. | BIC    | $\Delta$ BIC | Log-Lik |
|------------------|--|-----------------------------------|------|--------|--------------|---------|
| M.1.1 ( $RT_c$ ) | $ACM_{(NoAm-Am)}$ ,<br>$ACM_{(NoC-Coh)}$ ,<br>AM, CMT      | $ID_{(int)}$ ,<br>$Item_{(int)}$  | 7    | 546.1  | 0            | -244.50 |
| M.1.2 ( $RT_c$ ) | $ACM_{(NoAm-Am)}$ ,<br>$ACM_{(NoC-Coh)}$ ,<br>AM, CMT, AGR | $ID_{(int)}$ ,<br>$Item_{(int)}$  | 8    | 553.2  | 7.1054       | -244.48 |
| Modelo (V.D)     | Efectos fijos  | Efectos aleatorios                | G.L. | BIC    | $\Delta$ BIC | Log-Lik |
| M.2.1 (ACC)      | $ACM_{(NoAm-Am)}$ ,<br>$ACM_{(NoC-Coh)}$ ,<br>AM, CMT      | $ID_{(int)}$ ,<br>$Item_{(int)}$  | 7    | 1415.8 | 0            | -682.92 |
| M.2.2 (ACC)      | $ACM_{(NoAm-Am)}$ ,<br>$ACM_{(NoC-Coh)}$ ,<br>AM, CMT, AGR | $ID_{(int)}$ ,<br>$Item_{i(int)}$ | 8    | 1422.8 | 6.9578       | -682.83 |

*Nota:* V.D.= Indicador para la variable dependiente; G.L.=Grados de libertad (i.e. número de parámetros estimados más la varianza residual); BIC= Criterio de Información Bayesiana;  $\Delta$ BIC= 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 de problema de la tarea matemática. 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 de control; (NoC-Coh)= diferencia de los estimados en la condición de amenaza no coherente menos los estimados en amenaza coherente

Tabla 4-3. Parámetros estimados para los efectos fijos de los modelos 1 y 2

| Modelo 1 (variable dependiente $RT_c$ ) |                          |                |                              |                  |                |                  |
|---|--------------------------|----------------|------------------------------|------------------|----------------|------------------|
| Efecto                                  | Parámetro                | Valor estimado | Valor estimado estandarizado | IC (95%)         | Error estándar | T (valor- p)     |
| Diferencias                             | ACM <sub>(NoAm-Am)</sub> | 0.003          | 0.009                        | [-0.014, 0.020]  | 0.009          | 0.366 (0.715)    |
| Diferencias                             | ACM <sub>(NoC-Coh)</sub> | 0.032          | 0.095                        | [0.002, 0.061]   | 0.015          | 2.123 (0.036)*   |
| Fijo                                    | AM                       | 0.167          | 0.086                        | [0.017, 0.317]   | 0.076          | 2.206 (0.030)*   |
| Fijo                                    | CMT                      | -0.124         | -0.074                       | [-0.255, 0.006]  | 0.066          | -1.883 (0.063).  |
| Modelo 2 (variable dependiente ACC)     |                          |                |                              |                  |                |                  |
| Efecto                                  | Parámetro                | Valor estimado | Valor estimado estandarizado | IC (95%)         | Error estándar | Z (valor- p)     |
| Diferencias                             | ACM <sub>(NoAm-Am)</sub> | 0.014          | 0.014                        | [-0.185, 0.212]  | 0.099          | 0.143 (0.886)    |
| Diferencias                             | ACM <sub>(NoC-Coh)</sub> | -0.230         | -0.230                       | [-0.572, 0.109]  | 0.170          | -1.352 (0.177)   |
| Fijo                                    | AM                       | -2.730         | -0.473                       | [-4.497, -1.027] | 0.867          | -3.150 (0.002)** |
| Fijo                                    | CMT                      | 2.036          | 0.407                        | [0.550, 3.561]   | 0.753          | 2.705 (0.007)**  |

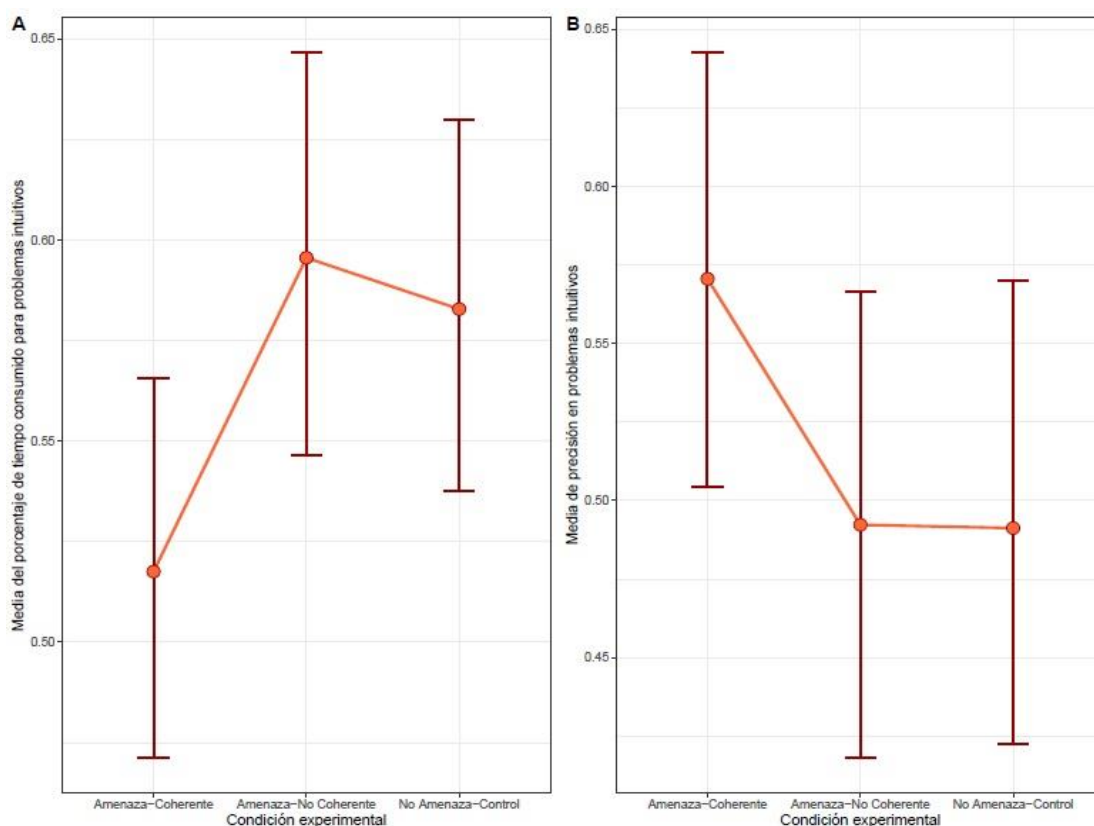
Nota. (NoAm-Am) = diferencia de los estimados en la condición de amenaza menos los estimados en la condición de control; (NoC-Coh)= diferencia de los estimados en la condición de amenaza no coherente menos los estimados en amenaza coherente. Códigos para la significancia estadística: .  $p < 0.1$ , \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

La tabla 4-3 se resume los parámetros obtenidos para los efectos fijos de los modelos seleccionados como ganadores. En ella se observar que en el modelo 1, el efecto fijo amenaza contextual matemática (Noa-Am) indicó que no hay evidencias de diferencias estadísticamente significativas entre la condición de no amenaza y las condiciones de amenaza. Ahora bien, el efecto de la diferencia entre las condiciones de amenaza no coherente y amenaza coherente sobre el consumo de tiempo para responder problemas intuitivos sí resultó estadísticamente significativa pero, a partir del signo positivo del

estimado de esta diferencia y tomando en cuenta los contrastes definidos, se interpreta que las personas que se encontraban en la condición de amenaza no coherente con el indicador situacional (práctica control) consumieron más tiempo para resolver los ítems intuitivos que aquellos que se encontraban en la condición de amenaza coherente con el indicador situacional (práctica difícil), situación opuesta con lo esperado según la hipótesis 2 (ver *Figura 4-1A*). Por otra parte, el modelo 1 sí evidenció un efecto estadísticamente significativo de la ansiedad matemática sobre el indicador  $RT_c$  y el signo de la estimación del efecto fijo coincidió con lo predicho en la hipótesis 1 que proponía que, a mayor nivel de ansiedad matemática, se daría un incremento en el tiempo consumido para resolver cada ejercicio (ver *Figura 4-2A*). En el modelo 1 el efecto como covariada de la capacidad de memoria de trabajo problema apenas alcanzó significancia marginal. Aun así, el signo del efecto estimado sugiere que a mayor capacidad de memoria de trabajo se dio una reducción en el indicador de consumo de tiempo  $RT_c$  al resolver los problemas intuitivos de la tarea de ecuaciones con fósforos (ver *Figura 4-3A*).

En el modelo 2 ninguna de las diferencias planteadas en cuanto a las condiciones de amenaza llegó a alcanzar significancia estadística, por lo que las predicciones de los efectos de la condición de amenaza o la coherencia entre la amenaza y el indicador situacional sobre la precisión en el desempeño en los problemas intuitivos no fueron respaldadas por los datos (ver *Figura 4-1B*). En dicho modelo, sí se pudo verificar la predicción con respecto al efecto significativo de la ansiedad matemática sobre el indicador  $ACC$  y el signo negativo del estimado del efecto fijo indica que conforme se incrementó el nivel de ansiedad disminuyó la proporción de respuestas correctas (ver *Figura 4-2B*). En este modelo el efecto de la capacidad de memoria de trabajo sobre el indicador de precisión

ACC sí alcanzó significancia estadística y el sentido de la relación entre capacidad de memoria de trabajo y desempeño en problemas intuitivos fue coherente con hallazgos en algunos de los diseños ya mencionados (Chuderski y Jastrzębski, 2017, 2018) en los que la capacidad de memoria de trabajo potenció el desempeño en la resolución de los problemas intuitivos de las tareas matemática (ver *Figura 4-3B*). Cabe destacar que los componentes de la varianza en el modelo 2 no incluyeron cero en los intervalos de confianza para la variable capacidad de memoria de trabajo, lo que constituye evidencia de diferencias individuales en los indicadores de la variable dependiente ACC debidos a la capacidad de memoria de trabajo.



*Figura 4-1: Comparación de las medias de los indicadores de desempeño por condición experimental de amenaza.*

*A: medias de RTc por condición experimental; B: medias de ACC por condición experimental. En ambas gráficas las barras corresponden al error estándar.*

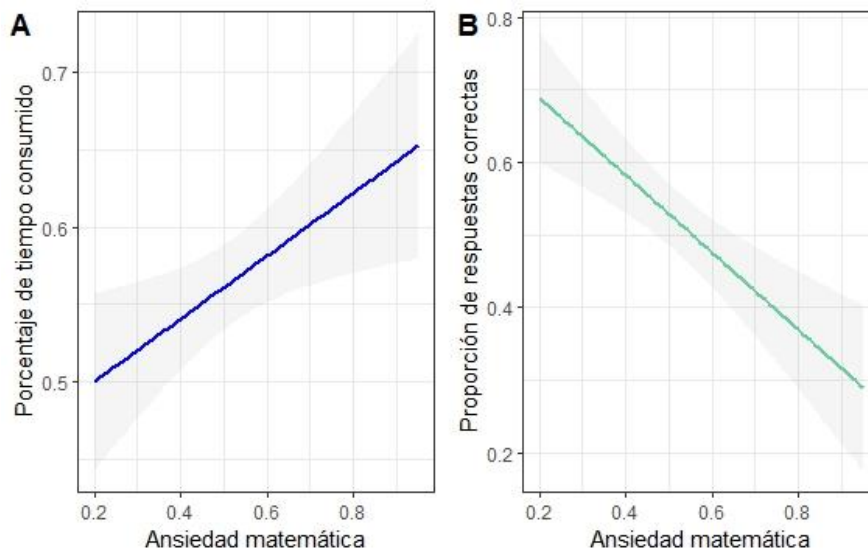


Figura 4-2: Líneas de regresión de la ansiedad matemática para cada uno de los indicadores de desempeño.

A: Ansiedad matemática con  $RT_c$ ; B: Ansiedad matemática con ACC. La zona sombreada en ambas gráficas corresponde al intervalo de confianza de 95% alrededor de cada línea.

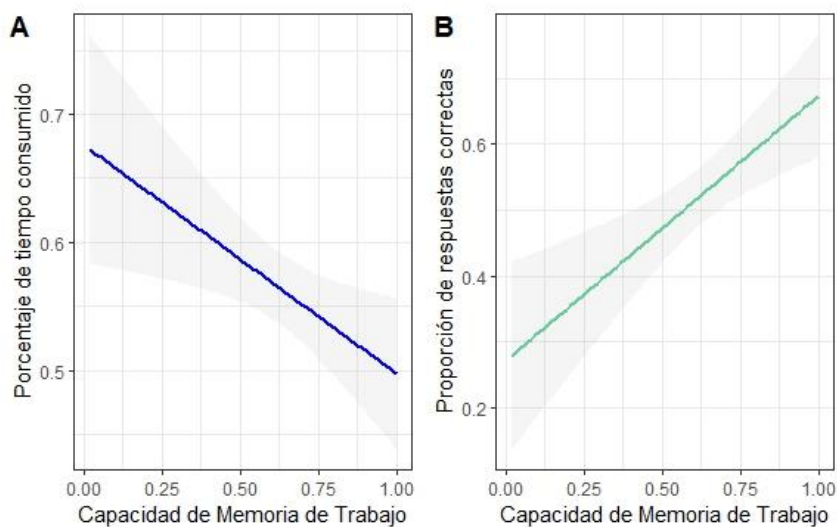


Figura 4-3: Líneas de regresión de capacidad de memoria de trabajo para cada uno de los indicadores de desempeño.

A: Capacidad de memoria de trabajo con  $RT_c$ ; B: Capacidad de memoria de trabajo con ACC. La zona sombreada en ambas gráficas corresponde al intervalo de confianza de 95% alrededor de cada línea.



El efecto principal de la ansiedad matemática fue estadísticamente significativo sobre los indicadores  $RT_c$  y  $ACC$  en todos los modelos y dado que los componentes de la varianza de los modelos 1 y 2 no incluyeron el cero en los intervalos de confianza para la variable ansiedad matemática, se provee evidencia de diferencias individuales en los indicadores de las variables dependientes  $RT_c$  y  $ACC$  atribuibles al nivel de ansiedad matemática reportado por los participantes.

El efecto de la ansiedad matemática se sostiene no solo en el desempeño en los problemas intuitivos, sino que se extiende a los problemas incrementales (ST) de la escala. Esto se comprobó aplicando el modelo 1 en el subconjunto de ítems ST de la escala obteniendo un efecto estadísticamente significativo ansiedad matemática sobre el indicador de consumo de tiempo  $RT_c$  ( $b = 0.273$ ,  $t(104) = 3.097$ ,  $p < .01$ ). Al aplicar el modelo 2 a los 7 ítems incrementales se evidencia también el efecto de ansiedad matemática sobre el indicador de precisión  $ACC$  ( $b = -2.23$ ,  $\chi^2(1) = 7.485$ ,  $p < .01$ ). En cuanto a los otros efectos evidenciados en los problemas intuitivos de amenaza contextual matemática y capacidad de memoria de trabajo no alcanzaron significancia estadística en los problemas incrementales de la tarea.

## 5. DISCUSIÓN

El estudio llevado a cabo tenía como objetivo principal examinar el papel de la amenaza contextual matemática (coherente o no con un indicador situacional) en el desempeño en la resolución de problemas matemáticos intuitivos, controlando además variables de ansiedad (matemática y general rasgo) así como capacidad de memoria de trabajo. Para lograr el objetivo anterior se llevó a cabo un experimento en el cual se manipuló la amenaza contextual y la coherencia de la misma con el indicador situacional de nivel de dificultad de la práctica previa a la tarea, con el fin de poder verificar dos hipótesis, a saber, una que predecía un efecto negativo de la amenaza contextual matemática sobre los indicadores de desempeño (tanto en tiempo consumido para resolver cada problema como la precisión de los mismos) siendo este efecto negativo más acentuado cuando la amenaza fuera coherente con el indicador situacional (práctica previa difícil) y, con respecto a la segunda hipótesis, se predijo un efecto negativo de la ansiedad matemática sobre ambos indicadores de desempeño mientras que para la capacidad de memoria de trabajo se predijo un efecto negativo al menos sobre la precisión en las respuestas. Los análisis estadísticos a los que fueron sometidos los datos generaron resultados mixtos con respecto a lo que se predecía en las hipótesis.

Con respecto a la segunda hipótesis, fue posible encontrar evidencias del efecto negativo de la ansiedad matemática sobre los dos indicadores de desempeño en los problemas matemáticos intuitivos de la tarea matemática utilizada. Este resultado fue coherente con los antecedentes consultados que reportan esa clase de efecto negativo de la ansiedad matemática principalmente sobre la precisión (e.g. Hill et al., 2016; Mattarella-Micke et al., 2011; Ramirez et al., 2013; Reali et al., 2016) así como con los estudios consultados que además

del efecto sobre la precisión también reportaban un efecto de la ansiedad matemática sobre el tiempo de respuesta (e.g. Hunt y Sandhu, 2017).

De manera similar, los datos sustentaron la segunda parte de esa hipótesis que predecía el efecto de la capacidad de memoria de trabajo sobre la precisión en las respuestas de los problemas matemáticos intuitivos, a saber, que a mayor capacidad de memoria de trabajo se apreciaría una mayor precisión. Esta asociación positiva coincide con los resultados reportados por Chuderski y Jastrzębski, (2017, 2018) quienes cuestionaban los resultados obtenidos en otro estudio (también mencionado en la sección de antecedentes) que concluía que individuos con niveles altos en cuanto a capacidad de memoria de trabajo mostraban una disminución en el desempeño en la resolución de problemas intuitivos (DeCaro et al., 2016), lo que, en ese estudio, se interpretó como que la capacidad de memoria de trabajo obstaculizaba los procesos de reestructuración y solución relacionados con el *insight*. El presente estudio, en forma coherente con la segunda parte de la hipótesis planteada y con los resultados de Chuderski y Jastrzębski, (2017, 2018) obtiene evidencias de que, en lugar de obstaculizar, niveles altos de capacidad de memoria de trabajo facilitan el proceso de resolución (o el *insight*) en los problemas intuitivos. De hecho, los datos de este proyecto mostraron dicho efecto beneficioso de la capacidad de memoria de trabajo sobre el consumo de tiempo para dar la respuesta en los problemas intuitivos, aunque dicho efecto no había sido predicho en la hipótesis y a pesar de que su significancia estadística fuera solo marginal.

Con respecto a la primera hipótesis, a saber, la suposición de un efecto negativo de la amenaza contextual matemática sobre los indicadores de desempeño en los problemas intuitivos de la tarea matemática, no se vio respaldada por el análisis de los datos. Por el contrario, en el análisis el único efecto estadísticamente significativo de las condiciones de

amenaza sobre uno de los indicadores de desempeño (tiempo consumido para dar la respuesta) indica que de las personas en condición de amenaza contextual matemática no coherente con el indicador situacional (i.e. los que hicieron la práctica control) consumieron más tiempo que las personas en condición de amenaza contextual matemática coherente con el indicador situacional (i.e. los que hicieron la práctica difícil). Lo anterior constituyó un resultado sorprendente, no solo por ser lo contrario a lo que se predecía en la hipótesis, sino porque parece indicar que la condición experimental que podría ser considerada como la más agresiva de las condiciones de amenaza, en lugar de intimidar a las personas participantes las potenció en cuanto a su desempeño. De hecho, las conjeturas relacionadas con el porqué de esta situación, aparentemente contraintuitiva, se exponen en un apartado posterior en este capítulo de discusión.

Ahora bien, cabe resaltar que no es una situación excesivamente sorprendente que en un estudio en el que se esperaba encontrar algún efecto de la amenaza sobre el desempeño matemático no se logre identificar evidencia estadísticamente significativa de ese efecto esperado. Ese escenario ya ha sucedido en estudios con diseños que involucran la amenaza. Por ejemplo, en el caso específico de nuestro reiterado referente, la amenaza de estereotipo, algunos estudios en los que se han implementado diseños experimentales en los que se manipula la condición de amenaza de estereotipo no se ha logrado evidenciar el efecto de dicha amenaza sobre el desempeño en matemática. Por ejemplo, en un estudio reciente, Baldeón-Padilla et al. (2020) llevaron a cabo una investigación con estudiantes que cursaban los últimos años de secundaria en cuatro colegios privados de Colombia, en la cual se pretendía identificar diferencias por género y en desempeño académico en matemática según su pertenencia a uno de cuatro grupos de susceptibilidad a la amenaza de estereotipo según

una escala de autorreporte que llenaban las personas participantes. Sin embargo, el estudio no encontró diferencias significativas en el desempeño en matemática ni por género ni por su pertenencia a los grupos de susceptibilidad a la amenaza de estereotipo. Los mismos autores de ese estudio señalan que sus resultados fueron sorprendentes pues en la mayoría de antecedentes que ellos consultaron, los hombres muestran un mejor desempeño en matemática que las mujeres y, por su parte, el grupo de alta susceptibilidad a la amenaza de estereotipo tienen un desempeño menor que grupos de baja susceptibilidad a la amenaza.

Otro ejemplo en el que “falla” el efecto de la amenaza de estereotipo es un estudio llevado a cabo en Italia (Agnoli et al., 2021) en el que participaron 328 estudiantes de dos colegios de secundaria (155 mujeres y 173 hombres) y en cuyo diseño se manipuló empíricamente la amenaza de estereotipo mediante la exposición del grupo experimental a un arreglo de 10 fotografías en las que aparecían 10 personas destacadas en matemática (nueve hombres y una mujer) y se les pedía que las contaran y calcularan la proporción de hombres a mujeres representados en las fotografías, mientras que en el grupo control se pedía lo mismo pero el arreglo de fotografías era de nueve flores y una fruta. Los resultados obtenidos a partir de la comparación de modelos logísticos de efectos mixtos evidenciaron que los hombres tuvieron un mejor desempeño que las mujeres pero que la probabilidad de un efecto de la amenaza de estereotipo era infinitesimal, concluyendo que las diferencias por género en el desempeño en matemática no podían ser explicadas por la amenaza de estereotipo. El resultado anterior se obtuvo a pesar de que ese estudio era una réplica de uno de los experimentos de otro estudio altamente citado (Muzzatti y Agnoli, 2007) que fue llevado a cabo también en Italia y en el cual se habían encontrado diferencias por género en

el desempeño en matemática y un detrimento por efecto de la amenaza de estereotipo que empieza a evidenciarse en el desempeño de las adolescentes.

De esta forma, en el caso de la amenaza de estereotipo sucede que el efecto sobre el desempeño no siempre llegue a evidenciarse empíricamente, a pesar de que los diseños experimentales sean, al parecer, meticulosos y bien calculados. Aparte de los dos ejemplos mencionados anteriormente, Ganley et al. (2013) llevaron a cabo tres estudios con adolescentes jóvenes en los que se manipulaban experimentalmente la amenaza de estereotipo mediante diferentes mecanismos de exposición a la amenaza que, en cada estudio, variaban desde una exposición implícita y sutil al estereotipo hasta la exposición explícita del mismo. Solo en dos de los estudios se evidenciaron diferencias por género y en ninguno de los casos se pudo encontrar evidencia de que el desempeño en matemática de las adolescentes en edad escolar fuera impactado por la exposición a la amenaza de estereotipo. Dentro de las posibles razones que discuten las autoras de dicho estudio para esos resultados proponen como una de las posibilidades que el efecto de la amenaza de estereotipo solo ocurra en circunstancias muy específicas o que, por el contrario, se dé todo el tiempo. Además, discuten la posibilidad de que la literatura sobre la amenaza del estereotipo en los niños esté sujeta a sesgo de publicación por cuanto los estudios con resultados nulos a menudo no se escriben para ser presentados (o no son aceptados) para su publicación. Los resultados y discusión de los mismos en dos de meta-análisis (Flore y Wicherts, 2015; Stoet y Geary, 2012) que estudian el efecto de la amenaza de estereotipo sobre el desempeño también hacen referencia con respecto al sesgo de publicación mencionado para el caso de ese tipo de amenaza en particular.

Volviendo al constructo de interés para el presente estudio, a saber, la amenaza contextual matemática, a pesar de los resultados mixtos obtenidos con respecto al cumplimiento de las hipótesis, el no haber logrado detectar un efecto de la amenaza contextual matemática sobre el desempeño en problemas intuitivos matemáticos, se limita a la circunstancia específica en que se implementó el presente estudio. Aun así y, a pesar de la no comprobación de una de las hipótesis, es importante destacar que los resultados sí proporcionan importante evidencia sobre los mecanismos mediante los cuales un factor afectivo (ansiedad matemática) y uno cognitivo (capacidad de memoria de trabajo) influyen en el desempeño de los problemas intuitivos matemáticos.

A continuación, se procede a la discusión final de los resultados que está organizada como se describe a continuación. En un primer apartado se exponen reflexiones que pretenden dar posibles explicaciones para la falta de evidencia de un efecto de la amenaza contextual matemática sobre el desempeño en los problemas intuitivos de la tarea matemática. En el segundo apartado se señalan las principales innovaciones metodológicas que aportó el estudio. En el tercer apartado se enumeran las dificultades enfrentadas al llevar a cabo este proyecto. El penúltimo apartado corresponde a la propuesta de estudios futuros que pueden surgir de la investigación realizada. Finalmente, un último apartado resume las conclusiones a las que se llega a partir de la implementación del proyecto y del análisis de los resultados obtenidos. Como parte de las conclusiones se incorporan también algunas reflexiones relacionadas con el encuadre de este proyecto como una tesis de la maestría académica en Ciencias Cognoscitivas.

### **5.1. La falta de evidencia de un efecto de la amenaza contextual matemática sobre el desempeño en los problemas intuitivos de la tarea**

El hecho de que la amenaza contextual matemática no hace referencia a estereotipos relacionados con el desempeño de un grupo de pertenencia de los individuos, sino que enfatiza la naturaleza matemática de la tarea y que la persona participante será perfilada en matemática, hace que en cierta manera la amenaza contextual matemática pueda ser considerada como menos intimidante que la amenaza de estereotipo, al punto de que una cierta cantidad de participantes no se sientan amenazados por ser perfilados en matemáticas, al menos con la tarea matemática utilizada. De ser ese el caso, otro factor que podría haber influido en la ausencia de un efecto significativo de la amenaza contextual matemática sobre el desempeño se relaciona con las características de la muestra. Desde el momento en que se definió que la participación en el estudio quedaría abierta a cualquier persona estudiante de la UCR matriculada en cualquiera de sus carreras, no hubo ningún tipo de selección intencionada de la muestra de forma que se excluyeran carreras según tuviera un énfasis cuantitativo o cualitativo, en el sentido que incluyeran o no cierta cantidad de cursos de matemática o ninguno (de hecho, hubiera sido difícil establecer claramente el parámetro para categorizar cuáles carreras de la UCR serían cuantitativas o cualitativas). Por otra parte, tampoco se limitó la edad de los participantes ni su nivel de avance en sus respectivas carreras.

A partir de las consideraciones anteriores, es necesario tomar en cuenta que en el presente estudio se contó con participantes de carreras tan diversas como Educación Primaria, Enseñanzas (del Castellano, de la Matemática, de las Ciencias, de Educación Musical, del Francés), Educación Matemática, Química, Física, Ingenierías (en Computación e Informática, de Alimentos, Ingeniería Química, Eléctrica, Civil, Mecánica, Topográfica),



Psicología, Farmacia, Imagenología, Odontología, Enfermería, Terapia Física, Geografía, Contaduría Pública, Dirección de Empresas, Ciencias Políticas, Economía, Economía Agrícola, Arquitectura y Zootecnia. Además, si se consideran los estadísticos de edad de los participantes de la muestra, a saber, la media es de 21.04 años, mediana 20 años, primer cuartil 19 años, segundo cuartil 22 años, todo en un rango de edades va desde los 18 años hasta los 33 años, es razonable suponer que más de la mitad de la muestra se encuentra en su segundo año o más de alguna de las carreras mencionadas, muchas de los cuales incluyen desde su primer año cursos de matemática. En ese sentido, se podría conjeturar que una cierta cantidad de las personas participantes, particularmente las que estudian carreras con un plan de estudios que incluya cursos de matemática en sus primeros años, ya se encontraban en segundo o tercer año de la carrera, por lo que podrían no haberse sentido amenazados por la tarea, pues pudieron percibir que su experiencia con la matemática universitaria les proveía de herramientas suficientes para llevarla a cabo exitosamente y, por lo tanto, no sentirse amenazados por ser perfiladas en matemática por medio de la misma.

Lo anterior conlleva a una limitación del modelo que se evidenció después de la implementación de este, a saber, la no inclusión como covariable de la autoeficacia matemática de las personas participantes. La autoeficacia, en general, se refiere a la convicción de una persona de poder llevar a cabo exitosamente las tareas requeridas ya sea para obtener ciertos resultados o para lidiar con situaciones particularmente amenazantes a través del esfuerzo persistente (Bandura, 1977). La autoeficacia conlleva además la creencia en la capacidad propia de cada individuo para la movilización de la motivación y los recursos cognitivos, así como el encauzamiento y ejecución de las acciones necesarias para tomar el control sobre eventos dados que potencialmente representan una amenaza (Ozer & Bandura,

1990). De esta forma, mientras que para una persona que tiene dudas en cuanto a su capacidad en ciertos dominios (nivel de autoeficacia bajo) evitará tareas en esos dominios o mostrará un desempeño deficiente en ellas mientras que, en contraste, una percepción positiva de un individuo en cuanto a su eficacia (nivel de autoeficacia alto) potencia el funcionamiento socio-cognitivo en los dominios relevantes de diferentes maneras, de forma que personas con fuertes creencias en sus capacidades enfrentan las tareas difíciles en esos dominios como retos por dominar en lugar de amenazas que evitar (Bandura, 1997).

Tomando en cuenta que, aunque en la mayoría de los modelos implementados las diferencias de las medias de los indicadores de la variable dependiente de desempeño entre las condiciones experimentales de amenaza contextual matemática no fueron estadísticamente significativas y que el signo de la mayoría de los estimados era contrario a lo predicho en las hipótesis, en cuanto a que en la condición de amenaza coherente con el indicador situacional del práctica difícil mostraban una tendencia a tener mejores indicadores de desempeño (ver figura 4-1 y tabla 4-3), surge la interrogante de por qué la amenaza contextual matemática en realidad no hizo que las personas participantes llegaran al umbral que desencadenara un efecto negativo sobre el desempeño. Al respecto podrían elaborarse especulaciones adicionales tales como que las instrucciones generales dadas para la tarea matemática en conjunto con el enunciado de la amenaza contextual podrían haber incrementado rasgos no controlados de autoeficacia, lo que pudo, a su vez, haber provocado una sensación de reto o competencia con la consecuente movilización de recursos cognitivos en participantes del grupo en la condición experimental. También se podría especular con que la práctica difícil en lugar de servir como indicador situacional de que la tarea sería

difícil, pudo haber provocado que participantes con niveles altos de autoeficacia vieran la tarea como asequible en lugar de amenazante.

Ahora bien, como se indica en el párrafo anterior, esas afirmaciones no pasan de ser meras especulaciones, precisamente por la limitación señalada y no prevista en el modelo teórico planteado, a saber, el hecho de no haber controlado la variable de autoeficacia, de forma que se pudiera dar una interpretación más justificada para la tendencia contra-intuitiva de los grupos en condición de amenaza contextual matemática con respecto a su desempeño en la resolución de los problemas de la tarea ejecutada.

## **5.2. Innovaciones metodológicas**

### ***5.2.1. Implementación de versiones computarizadas de instrumentos utilizando tecnologías que permiten la aplicación no presencial***

Este proyecto cuenta con un valor agregado que no se relaciona necesariamente con el fondo del problema de investigación, sino con el aspecto metodológico de la actualización de instrumentos clásicos a papel y lápiz, que ya han sido utilizados para la medición de ciertas variables, de forma que se generen versiones acordes al uso actual de las tecnologías de la información y comunicación (TICs) que en los contextos actuales son más prácticos y apropiados. Aunque la recolección de datos se efectuó durante el año 2019, es decir, antes de la pandemia mundial del COVID-19, tanto la tarea matemática de ecuaciones con fósforos, como el cuestionario de datos demográficos de los participantes y las escalas de ansiedad utilizadas en el presente estudio, se implementaron utilizando intencionadamente tecnologías que hubieran permitido, si el diseño lo hubiera requerido, una aplicación remota mediante sesiones virtuales. La aparición posterior de la pandemia ha venido a confirmar que es

necesario considerar esa clase de diseños empíricos ya que no siempre va a ser posible contar con participantes en forma presencial.

A pesar de que no fue necesario implementar una modalidad de participación virtual, en algún momento del planteamiento del proyecto se consideró importante e innovador generar instrumentos que pudieran ser ejecutados en un navegador de internet con una recolección automática y precisa de las respuestas de los participantes, así como los metadatos de la tarea matemática de ecuaciones con fósforos necesarios para los análisis posteriores, a saber, tiempos de respuesta por ítem, precisión de cada respuesta y categorización de cada problema.

De esta manera, una tarea que ya ha sido utilizada en el estudio del desempeño en la resolución de problemas incrementales e intuitivos, a saber, los problemas de ecuaciones con fósforos diseñados inicialmente por Knoblich et al. (1999) y que (en su versión en papel y lápiz) ha sido utilizada varias veces con el objetivo de analizar relaciones del dicho desempeño con variables de ansiedad, presión añadida, capacidad de memoria de trabajo o selección de estrategias (Chuderski & Jastrzębski, 2017, 2018; DeCaro et al., 2016; Knoblich et al., 2001) en este proyecto fue implementada en una versión computarizada diseñada con ciertas especificaciones técnicas<sup>3</sup>, las cuales hubieran permitido, de haber sido el caso, la ejecución en línea con guardado de la datos a distancia en una base ubicada un servidor remoto o, como se utilizó en esta investigación, la aplicación de la tarea sin conexión a

---

<sup>3</sup> El programa fue diseñado en lenguaje C#, framework: .NET 4.5 mediante metodología de programación MVC, con guardado de datos en servidor SQL. Se utilizaron Html5, Javascript y CSS3 para la interfaz con el cliente.

internet en el navegador Google Chrome con guardado de la base de datos en el servidor interno.

De igual manera, tanto el cuestionario con la información demográfica de los participantes como las escalas de ansiedad matemática (adaptación de Fennema y Sherman, 1976) y la escala de ansiedad general rasgo (adaptación de la escala STAI de Spielberger et al., 1982), fueron implementadas en el formato de formularios en GoogleDocs que, aunque fueron llenadas en forma presencial y en condiciones controladas de laboratorio, también tienen la potencialidad de ser llenadas en línea, con la misma capacidad de guardado de la información en una base de datos remota ubicada en los servidores de dicha plataforma, lo que permite descargar la información para su posterior análisis en hojas de cálculo en distintos formatos según convenga al investigador.

En resumen, las adaptaciones de la tarea matemática y las escalas de ansiedad que fueron implementadas en el presente estudio pueden ser utilizadas en estudios futuros y en escenarios que podrían ser determinados por situaciones externas como por ejemplo la imposibilidad de sesiones experimentales presenciales.

### ***5.2.2. Implementación y definición del consumo del tiempo de respuesta disponible como indicador de desempeño en la tarea matemática de ecuaciones con fósforos***

En los estudios consultados que han utilizado de la tarea matemática de ecuaciones con fósforos establecieron diferentes indicadores de desempeño en la tarea. En la versión original de la tarea de Knoblich et al. (1999) se utilizó una computadora en la que se presentaban seis problemas de diferentes categorías (ST, CD o CR) y cuando los participantes creían tener la respuesta oprimían un botón y decían en voz alta la igualdad corregida, si era correcta se les permitía continuar o si no lo era debían seguir intentándolo hasta obtenerla o hasta que

transcurriera un tiempo máximo de cinco minutos, en cuyo caso se les decía la solución. En esa versión las variables dependientes del experimento fueron la frecuencia de problemas resueltos dentro del límite de 5 minutos y los tiempos de solución (para los problemas que no se resolvieron el tiempo de solución se reemplazó por el límite de tiempo superior de 5 minutos). En un diseño posterior (Knoblich et al., 2001) se utilizó la tarea de palillos de fósforos en un diseño en el que se recopiló el movimiento de los ojos (*eye tracking*) como una manera de aproximarse al proceso de resolución de problemas intuitivos a modo de ventana al *insight*. En ese diseño los indicadores de desempeño fueron también la frecuencia de solución durante un intervalo de 5 minutos, el tiempo de resolución de los problemas resueltos y, para el análisis e interpretación del movimiento de los ojos se incorporaron también como variables dependientes la posición y la duración de cada fijación en la pantalla. En los dos diseños anteriores, los autores reportan que para el indicador de tiempos de solución la medida resultante fue una estimación conservadora del tiempo de solución real porque el tiempo de solución se subestimó para los problemas que no se resolvieron, resultando además que la distribución sesgada de los tiempos de solución.

En los estudios más recientes que fueron consultados y que utilizaban como parte de sus diseños la tarea de ecuaciones con fósforos (Chuderski & Jastrzębski, 2017, 2018; DeCaro et al., 2016) se utilizó una versión en papel y lápiz de esa tarea y los ejercicios eran presentados en bloques de ejercicios que debían ser resueltos en una determinada cantidad de tiempo para cada bloque de problemas de distintas categorías (ST, CD o CR). En esos diseños no se recopila el tiempo de respuesta para cada ítem en forma individual y, por lo tanto, el indicador de desempeño no se vinculaba al tiempo de respuesta. De esta forma, en esos estudios se estableció como único indicador de desempeño la precisión en las respuestas.

La versión computarizada de la tarea matemática de ecuaciones con fósforos que se implementó en el presente estudio estableció un tiempo total disponible de dos minutos para la resolución de cada problema. Dicho tiempo se definió tomando en cuenta el tiempo total otorgado para resolver bloques de ese tipo de problemas en estudios que habían adaptado la aritmética con palillos de (Chuderski & Jastrzębski, 2017, 2018 ; DeCaro et al., 2016) y tomando como referencia la estimación del tiempo que tomaría resolver utilizando como estrategia incremental mover uno a uno todos los palillos de fósforos en busca de la posición adecuada en el problema conformado por la mayor cantidad de fósforos ( $VI=VIII+III$ ). Al igual que las versiones de Knoblich et al. (2001) y de Knoblich et al. (2001), la versión computarizada de la tarea que se utilizó en el estudio, permitió el análisis individual del tiempo de respuesta para cada ítem por cada participante. Sin embargo, si al concluir los dos minutos de tiempo el participante no oprimía el botón “siguiente” el programa automáticamente avanzaba al próximo ítem, independientemente de si el problema había sido o no contestado o de si la respuesta era correcta o no. Ante esta situación, en los ítems en los que el tiempo transcurrido desde la presentación de la imagen correspondía a los 2 minutos totales disponibles, en realidad no se podía considerar claramente como tiempo de respuesta y, por lo tanto, en las bases de datos el programa consignaba un dato perdido (codificado como *NA*). Debido a lo anterior, en la delimitación de los indicadores de desempeño en esta tarea se estableció el consumo del tiempo con respecto al total disponible para responder (abreviado como tiempo de respuesta consumido y codificado como *RTc*) y que correspondía a la razón de tiempo consumido o utilizado con respecto 120 000 ms disponibles. Al establecer ese indicador, se tomó en cuenta (i) que los participantes estaban conscientes que para cada ítem individual se iría consumiendo un tiempo máximo disponible de 2 minutos para obtener la respuesta y oprimir el botón y (ii) que el indicador de consumo, aunque

depende directamente del tiempo transcurrido, por su definición evita la pérdida de datos por vencimiento del tiempo, pues en esos ítems la interpretación que se da al indicador  $RTc$  es que la persona participante consumió el total de tiempo del que disponía para el ítem particular, independientemente de haber alcanzado o no la respuesta correcta con los movimientos o reinicios efectuados con los palillos de fósforos. Esta manera de delimitar e interpretar el consumo de tiempo es una innovación con respecto a los diseños empíricos consultados en los que se han utilizado versiones de la tarea de ecuaciones con fósforos.

### **5.3. Dificultades enfrentadas**

La principal dificultad se relacionó con la programación de la tarea matemática. En la propuesta inicial del proyecto se propuso la creación de una versión computarizada de la tarea de ecuaciones con palillos de fósforos de Knoblich et al.(1999) por las características particulares de la misma y las necesidades que se preveían para la investigación. Originalmente fue el sustentante de esta tesis quien diseñó una versión computarizada de la tarea utilizando el software PsychoPy (Peirce & MacAskill, 2018) que utilizaba imágenes estáticas de las ecuaciones con palillos de fósforos y que serían analizadas visualmente por los participantes, quienes debían dar su respuesta en una hoja de papel y marcar la finalización del tiempo de respuesta con un botón, acción que marcaría el fin de ese ejercicio y el inicio del siguiente pues instantáneamente se desplegaría la próxima imagen. Este diseño e implementación inicial de la tarea tomó aproximadamente entre dos y tres meses. Sin embargo, el producto resultante no satisfacía a cabalidad las expectativas que se tenían inicialmente, a saber, dotar a la tarea de una interacción entre el participante y la imagen en pantalla, en la que fuera posible utilizar el mouse para arrastrar el fósforo seleccionado a la posición correspondiente y poder indicar con un botón la obtención de la respuesta y el



marcador de tiempo de solución. Debido a lo anterior, se descartó la primera versión computarizada de la tarea que había sido programada.

Puesto que los requerimientos para la tarea involucraban conocimientos en algún lenguaje de programación y la generación de bases de datos con los que el investigador no contaba, fue preciso delegar a un especialista en programación el diseño del programa que permitiera la implementación de la tarea matemática y la generación de las bases de datos.

De esta manera, el programador José Rolando García Chaves fue el creador de la versión computarizada de la versión de tarea matemática que cumplía con las especificaciones que requería el proyecto. Esto conllevó varias reuniones entre el investigador y el programador durante un período de aproximadamente seis meses. Además, durante las últimas semanas de este período se efectuaban entrevistas cognitivas con personas estudiantes de la UCR, que debían leer las instrucciones de la tarea y resolver los problemas, procurando verbalizar sus razonamientos en voz alta y al finalizar comentar con el investigador las dificultades que percibió a la hora de resolver los ejercicios de aritmética con fósforos. A partir de esas entrevistas se instruyó al programador para incorporar las modificaciones que se evidenciaron como necesarias. Todo este proceso de implementación y ajuste del programa que, además, debía contar con la potencialidad de ejecución en un navegador (en línea o no) consumió aproximadamente ocho meses, lo que retrasó notablemente el inicio de la recopilación de datos.

Por otra parte, una segunda dificultad consistió en el reclutamiento de personas voluntarias que estuvieran dispuestas a participar en la investigación y asistir a dos sesiones de aproximadamente una hora de duración cada una. Para lograr la participación de personas en el proyecto, fue necesario que el investigador y un asistente se movilizaran a diferentes

aulas de cursos de diferentes facultades y escuelas de la UCR para, con el aval de la persona docente del curso, dirigirse durante unos minutos a las personas estudiantes explicando el propósito y alcances de la investigación, así como lo que se esperaba de las personas que voluntariamente quisieran participar. Posteriormente se pasaba una lista para que las personas interesadas escribieran sus datos de contacto. Este proceso de reclutamiento de voluntarios y aplicación de las dos sesiones para cada participante consumió los dos primeros semestres del año 2019.

La tercera gran dificultad que se tuvo en el proyecto se relaciona con la crisis mundial provocada por la pandemia del COVID-19. Aunque la recopilación de datos se concluyó el último mes del 2019 y, por lo tanto, no se vio obstaculizada por la pandemia, el tiempo disponible para el análisis e interpretación de los datos, así como para la elaboración de un artículo que permitiera la divulgación de los mismos, se vio seriamente comprometido, pues hubo un cambio drástico en la modalidad e intensidad de todas las otras labores del investigador. El impacto de esta dificultad se reflejó en los tiempos previstos para el avance del proyecto.

#### **5.4. Estudios futuros**

Por último, los estudios futuros que se derivan de los resultados presentados en esta tesis son los siguientes:

- Diseños que involucren amenaza contextual utilizando tareas de *insight* conformadas por problemas intuitivos matemáticos verbales (clásicos) controlando variables de ansiedad, género, edad.
- Diseños que involucren ansiedad matemática en tareas de *insight* con covariadas de ansiedad general, de ansiedad ante los exámenes y, particularmente, de autoeficiacia.

- Diseños que involucren el papel de la memoria de trabajo, las funciones de actualización, alternancia e inhibición en la resolución de problemas intuitivos controlando la ansiedad matemática y la autoeficacia.

## 5.5. Conclusiones

El presente estudio tenía como objetivo examinar el papel de la amenaza contextual matemática sobre el desempeño en la resolución de problemas intuitivos pertenecientes a una tarea matemática, de naturaleza principalmente viso-espacial, controlando las diferencias en de la ansiedad matemática y capacidad de memoria de trabajo. Para ello se implementó y ejecutó un diseño experimental, así como técnicas estadísticas que permitieron el análisis de los datos obtenidos. Se enumeran algunas consideraciones que surgen a partir de los resultados.

Un aporte del estudio consiste en que se enfoca la percepción del contexto matemático desde una nueva perspectiva que explora si existen elementos en común con el fenómeno muy estudiado de amenaza de estereotipo y que, a la vez, integra la ansiedad matemática y la capacidad de memoria de trabajo. La suposición inicial de que la mera señalización del carácter matemático de un contexto puede incidir sobre el desempeño mediante mecanismos similares a los de la amenaza de estereotipo delimitó un fenómeno potencialmente impactante sobre el desempeño que se definió como un nuevo constructo y al que se denominó amenaza contextual matemática. En ese sentido, el diseño tenía como punto central la manipulación de la condición de amenaza contextual matemática para medir ese posible efecto sobre el desempeño. Evidentemente también era importante la exploración del efecto sobre el desempeño de los otros elementos que eran objeto de interés para el estudio (ansiedad matemática y capacidad de memoria de trabajo). No obstante, era razonablemente previsible

que la ansiedad matemática y la capacidad de memoria de trabajo iban a mostrar el efecto esperado sobre los indicadores de desempeño en la resolución de problemas intuitivos, por el acervo de evidencia que se ha encontrado al respecto. De hecho, el efecto de ansiedad matemática sobre los dos indicadores de desempeño en los problemas intuitivos (hipótesis 2) quedó más que sustentado por los datos. Lo anterior aunado con el hecho de que los datos muestran que la ansiedad rasgo no tiene una correlación con los indicadores de desempeño, a pesar de la correlación significativa entre ambos tipos de ansiedad, constituye evidencia de que no son equivalentes en cuanto a su efecto sobre el desempeño en los problemas intuitivos de esta tarea matemática.

La influencia de la capacidad de memoria de trabajo sobre la precisión en las respuestas fue sustentada por el análisis de los datos (modelo 2) aunque el efecto de capacidad de memoria de trabajo sobre el tiempo consumido para dar la respuesta resultó ser apenas marginalmente significativo.

Así, un primer aporte de la presente investigación es la generación de nueva evidencia de un efecto estadísticamente significativo que tienen la ansiedad matemática y la capacidad de memoria de trabajo sobre el desempeño en la resolución de problemas intuitivos en una tarea matemática, tanto a nivel de tiempos de respuesta como en la precisión en las mismas.

Con respecto a la hipótesis 1, el análisis de los datos recolectados para el presente estudio deja como principal conclusión que la amenaza contextual matemática no parece afectar el desempeño en la resolución de problemas intuitivos en la tarea matemática. Ahora bien, aunque ninguno de los modelos explorados llegó a evidenciar de manera estadísticamente significativa la predicción, esa falta de resultados se limita al contexto de esta investigación, pero no significa que no se pueda seguir explorando. Anderson (2008)

señala que un conjunto de hipótesis puede evolucionar con el tiempo y que, si en un conjunto de hipótesis sobre un fenómeno se debe descartar alguna para posteriormente introducir nuevas o refinar la que fue descartada, en un estudio posterior se contará con un conjunto de hipótesis disponibles para evaluación con nuevos datos. Por eso, si el conjunto de datos es pequeño, se debe tener cuidado de no descartar definitivamente hipótesis complejas, especialmente si se espera un conjunto de datos mayor para una potencial evaluación próxima. De esta manera, futuros diseños podrían replantear la hipótesis de forma que se pueda explorar nuevamente los posibles efectos de condiciones de amenaza contextual matemática sobre el desempeño en la resolución de problemas matemáticos intuitivos.

Partiendo de la consideración anterior, surge la convicción de que a pesar de que el nuevo y recién acuñado concepto no se haya podido relacionar de una manera estadísticamente significativa con los indicadores de desempeño en la resolución de problemas intuitivos de la tarea matemática viso-espacial utilizada, esto no significa que la hipótesis 1 planteada no pueda seguir siendo explorada. Como ya se mencionó anteriormente, es posible expandir las hipótesis relacionadas con el efecto de la amenaza contextual matemática sobre el desempeño en la resolución de problemas matemáticos, para ser incorporadas y evaluadas en nuevos diseños que incorporen otras tareas matemáticas, de diferente naturaleza (viso-espacial, verbal o mixta) y que incorporen problemas incrementales e intuitivos, según sea el propósito, el contexto y la fundamentación teórica de esos potenciales estudios.

De esta forma, el segundo aporte que deja el presente estudio es la delimitación del constructo amenaza contextual matemática, que puede llegar a definir un nuevo enfoque para un fenómeno que requiere mayor comprensión en cuanto al desempeño en ciertas tareas

matemáticas. Cabe destacar el valor que tiene delimitar un nuevo constructo, a saber, la amenaza contextual matemática, aunque esto conlleve desligarse de un constructo similar que ha sido mucho más estudiado y cuenta con respaldo empírico y teórico, tal como lo es la amenaza de estereotipo. Aunque la idea amenaza contextual matemática inicialmente pudo surgir o inspirarse en la amenaza de estereotipo, al despojar a esta última de lo que básicamente es su esencia, a saber, la activación de estereotipos asociados a una de las identidades sociales de las personas, constituye una muestra de la especulación que lleva a la exploración de nuevos conceptos que evolucionan de otros existentes (o no) y dicha especulación y exploración forman parte del quehacer de la persona investigadora en cualquier ciencia y, en el caso presente, en las Ciencias Cognoscitivas.

Así, las reflexiones finales para este trabajo tienen que ver con su relevancia a la luz de las Ciencias Cognoscitivas. Este aspecto ya se mencionó en dos momentos del presente informe. Primero se abordó durante la revisión de antecedentes, específicamente en la exposición de antecedentes que sirvieran de referencia de la asociación de entre ansiedad matemática y desempeño, pues en la selección de las investigaciones para la construcción de ese apartado, intencionadamente se buscó incluir al menos dos estudios enmarcados en otras disciplinas de las Ciencias Cognoscitivas y que no estuvieran exclusivamente planteados desde la concepción y metodología propios de la Psicología Cognitiva. De esta manera se expuso una breve explicación de estudios que evidenciaban la relación entre ansiedad y desempeño mediante la medición de respuesta fisiológica (Mattarella-Micke et al., 2011; Klados et al. 2015) a través de metodologías e instrumentos propios de la neurociencia combinados con técnicas propias de la psicología, con el propósito de evidenciar diferentes enfoques, técnicas y de niveles de explicación que se pueden dar en el tratamiento de un

mismo fenómeno, lo que es una alusión a la diversidad propia e inherente al campo interdisciplinario de las Ciencias Cognoscitivas.

La segunda referencia que aparece en este informe al aporte de estudios como el presente en el contexto de las Ciencias Cognoscitivas se incluyó en el apartado de justificación del proyecto, cuando se enfatizó la importancia de que los científicos cognitivos (desde sus distintas disciplinas) propongan investigaciones y generen teoría con aplicaciones prácticas para los contextos de disciplinas como la Educación en general y, en este caso particular, la Educación Matemática. En ese sentido, la exploración del detrimento que pueden tener factores cognitivos (como la memoria de trabajo), afectivos (como la ansiedad matemática y la ansiedad general) o sociales (como los asociados a la amenaza de estereotipo y a la amenaza contextual matemática) sobre la adquisición o la consolidación del conocimiento (en este caso matemático), constituye un aporte proveniente desde las Ciencias Cognoscitivas que puede ser aplicable y práctico en otras áreas como la Educación Matemática.

Estas últimas consideraciones también son una referencia al reto de integración que aborda Bermúdez (2014) cuando afirma que la ciencia cognitiva es más que la suma de sus partes y que el reto vigente está en el desarrollo de un marco unificado que haga explícitas las relaciones entre las diferentes disciplinas en las que se basa la ciencia cognitiva y los diferentes niveles de organización, análisis y explicación que proporcionan. Aunque aún no es posible pensar en las Ciencias Cognoscitivas como un campo unificado de investigación, trabajos como el presente siguen buscando evidenciar o (¿por qué no?) construir esos puentes entre las diferentes disciplinas o entre los diferentes niveles de explicación y organización de estas.

## 6. REFERENCIAS

- 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>
- 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>
- Ashcraft, M. H., & Kirk, E. P. (2001). The relationships among working memory, math anxiety, and performance. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(2), 224-237. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.2.224>
- Baddeley, A. D. (2002). Is working memory still working? *European Psychologist*, 7(2), 85-97. <https://doi.org/10.1027//1016-9040.7.2.85>
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working Memory. En *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 8, pp. 47-89). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)
- Baldeón-Padilla, D. S., Valencia-Serrano, M., & Alvarado, J. I. (2020). Amenaza de estereotipo, género y desempeño académico en matemáticas. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 13, 1-22. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.m13.aegd>
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W.H. Freeman.



- Batchelder, W. H., & Alexander, G. E. (2012). Insight Problem Solving: A Critical Examination of the Possibility of Formal Theory. *The Journal of Problem Solving*, 5(1). <https://doi.org/10.7771/1932-6246.1143>
- 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>
- Bermúdez, J. L. (2014). *Cognitive science: An introduction to the science of the mind* (Second edition). Cambridge University Press.
- 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>
- Campbell, D. F., & Stanley, J. C. (1995). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. Amorrortu Editores.

- Cattell, R. B., & Cattell, A. K. S. (2001). *Factor «g» 2 y 3. Test de Factor «g», Escalas 2 y 3. Manual.* (Vol. 10). TEA Ediciones, S.A.
- 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>
- Cohen, G. L., & Garcia, J. (2008). Identity, Belonging, and Achievement: A Model, Interventions, Implications. *Current Directions in Psychological Science*, *17*(6), 365-369. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2008.00607.x>
- Cohen, J. (2013). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (0 ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- 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., 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>
- Engle, R. W. (2002). Working Memory Capacity as Executive Attention. *Current Directions in Psychological Science*, *11*(1), 19-23. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00160>
- 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>
- Flore, P. C., & Wicherts, J. M. (2015). Does stereotype threat influence performance of girls in stereotyped domains? A meta-analysis. *Journal of School Psychology*, *53*(1), 25-44. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2014.10.002>
- 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>
- García Santillán, A., Escalera Chávez, M. E., Santana Villegas, J. C., & Guzmán Rivas, B. Y. (2016). Estudio empírico para determinar el nivel de ansiedad hacia la matemática en estudiantes universitarios. *International Journal of Developmental and Educational Psychology. Revista INFAD de Psicología., 1*(2), 441. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2016.n2.v1.545>
- Gimmig, D., Huguet, 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>
- Hembree, R. (1990). The Nature, Effects, and Relief of Mathematics Anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education, 21*(1), 33. <https://doi.org/10.2307/749455>
- Hill, F., Mammarella, I. C., Devine, A., Caviola, S., Passolunghi, M. C., & 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. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2016.02.006>
- Huguet, P., & Régner, I. (2007). Stereotype threat among schoolgirls in quasi-ordinary classroom circumstances. *Journal of Educational Psychology, 99*(3), 545-560. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.99.3.545>
- Huguet, P., & Régner, I. (2009). Counter-stereotypic beliefs in math do not protect school girls from stereotype threat. *Journal of Experimental Social Psychology, 45*(4), 1024-1027. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2009.04.029>

- Hunt, T. E., & Sandhu, K. K. (2017). Endogenous and exogenous time pressure: Interactions with mathematics anxiety in explaining arithmetic performance. *International Journal of Educational Research*, 82, 91-98.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijer.2017.01.005>
- Klados, M. A., Simos, P., Micheloyannis, S., Margulies, D., & Bamidis, P. D. (2015). ERP measures of math anxiety: How math anxiety affects working memory and mental calculation tasks? *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 9.  
<https://doi.org/10.3389/fnbeh.2015.00282>
- 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., & 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.  
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.06.008>
- 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>

- Mattarella-Micke, A., Mateo, J., Kozak, M. N., Foster, K., & Beilock, S. L. (2011). Choke or thrive? The relation between salivary cortisol and math performance depends on individual differences in working memory and math-anxiety. *Emotion, 11*(4), 1000-1005. <https://doi.org/10.1037/a0023224>
- McDonough, I. M., & Ramirez, G. (2018). Individual differences in math anxiety and math self-concept promote forgetting in a directed forgetting paradigm. *Learning and Individual Differences, 64*, 33-42. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.04.007>
- 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.
- Ministerio de Educación Pública. (2012). *Programas de estudio de Matemática. San José, Costa Rica.*
- <http://www.mep.go.cr/sites/default/files/programadeestudio/programas/matematica.pdf>
- Murphy, M. C., Steele, C. M., & Gross, J. J. (2007). Signaling Threat: How Situational Cues Affect Women in Math, Science, and Engineering Settings. *Psychological Science, 18*(10), 879-885. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.01995.x>
- 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.

- Muzzatti, B., & Agnoli, F. (2007). Gender and mathematics: Attitudes and stereotype threat susceptibility in Italian children. *Developmental Psychology, 43*(3), 747-759.  
<https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.3.747>
- 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>
- Oberauer, K., Süß, H.-M., Wilhelm, O., & Sander, N. (2008). Individual Differences in Working Memory Capacity and Reasoning Ability. En A. Conway, C. Jarrold, M. Kane, A. Miyake, & J. Towse (Eds.), *Variation in Working Memory* (pp. 49-75). Oxford University Press.  
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195168648.003.0003>
- 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>
- Ozer, E. M., & Bandura, A. (1990). Mechanisms Governing Empowerment Effects: A Self-Efficacy Analysis. *Journal of Personality and Social Psychology, 58*(3), 472-486.

- 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>
- Peirce, J., & MacAskill, M. (2018). *Building experiments in PsychoPy*. Sage.
- Pérez Tyteca, P., Monje Parrilla, J., & Castro Martínez, E. (2013). Afecto y matemáticas. Diseño de una entrevista para acceder a los sentimientos de alumnos adolescentes. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 4.  
<https://doi.org/10.35763/aiem.v1i4.55>
- 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*. 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>



- Realí, F., Jiménez-Leal, W., Maldonado-Carreño, C., Devine, A., & Szücs, D. (2016). Examining the link between math anxiety and math performance in Colombian students. *Revista Colombiana de Psicología*, 25(2).  
<https://doi.org/10.15446/rcp.v25n2.54532>
- Richardson, F. C., & Suinn, R. M. (1972). The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*, 19(6), 551-554.  
<https://doi.org/10.1037/h0033456>
- 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>
- Rosero Bixby, L., & Jiménez-Fontana, P. (2021). Crónica de la pandemia Covid-19 en Costa Rica. En *Informe Estado de la Nación en Desarrollo Sostenible 2021*. CONARE-PEN. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/85536>
- RStudio Team. (2020). *RStudio: Integrated Development for R*. RStudio, PBC.  
<http://www.rstudio.com/>
- Sarkar, D. (2008). *Lattice: Multivariate data visualization with R*. Springer.
- Sekaquaptewa, D., & Thompson, M. (2003). Solo status, stereotype threat, and performance expectancies: Their effects on women's performance. *Journal of Experimental Social Psychology*, 39(1), 68-74. [https://doi.org/10.1016/S0022-1031\(02\)00508-5](https://doi.org/10.1016/S0022-1031(02)00508-5)

- Spielberger, C. D. (1966). Theory and research on anxiety. En *Anxiety and behavior* (pp. 3-20). Academic Press.
- 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>
- Stoet, G., & Geary, D. C. (2012). Can Stereotype Threat Explain the Gender Gap in Mathematics Performance and Achievement? *Review of General Psychology*, 16(1), 93-102. <https://doi.org/10.1037/a0026617>
- Stricker, L. J., & Ward, W. C. (2004). Stereotype Threat, Inquiring About Test Takers' Ethnicity and Gender, and Standardized Test Performance<sup>1</sup>. *Journal of Applied Social Psychology*, 34(4), 665-693. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.2004.tb02564.x>
- Thompson, M., & Sekaquaptewa, D. (2002). When Being Different Is Detrimental: Solo Status and the Performance of Women and Racial Minorities. *Analyses of Social Issues and Public Policy*, 2(1), 183-203. <https://doi.org/10.1111/j.1530-2415.2002.00037.x>
- Turner, M. L., & Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language*, 28(2), 127-154. [https://doi.org/10.1016/0749-596X\(89\)90040-5](https://doi.org/10.1016/0749-596X(89)90040-5)

Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L., François, R., Golemund, 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>

## 7. ANEXOS

### 7.1. Consentimiento informado



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
COMITÉ ÉTICO CIENTÍFICO  
Teléfono/Fax: (506) 2511-4201

Sistema de Estudios de Posgrado  
Programa de Posgrado en Ciencias  
Cognoscitivas

#### FÓRMULA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO (Para ser sujeto de investigación)

El papel de la ansiedad matemática, la amenaza contextual matemática y su coherencia con un indicador situacional, en la resolución de problemas matemáticos intuitivos

Código (o número) de proyecto: \_\_\_\_\_

Nombre de el/la investigador/a principal: **LEINER VIQUEZ GARCÍA**

Nombre del/la participante: \_\_\_\_\_

Medios para contactar a la/al participante: números de teléfono \_\_\_\_\_

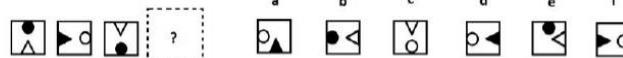
Correo electrónico \_\_\_\_\_

Contacto a través de otra persona \_\_\_\_\_

#### A. PROPÓSITO DEL PROYECTO

Este es un proyecto de investigación de Leiner Viquez García para poder optar por el título de Máster en Ciencias Cognoscitivas. El objetivo del estudio es explorar el papel de la ansiedad y diferentes situaciones con la resolución de problemas matemáticos.

**B. ¿QUÉ SE HARÁ?** Si acepta participar, usted tendría que asistir a dos sesiones de trabajo de aproximadamente 70 minutos cada una, que se realizarán en días diferentes. En la primera de ellas, usted realizará una tarea de memoria espacial visual, que consiste en recordar las posiciones espaciales de figuras geométricas –presentadas en la pantalla de una computadora– y luego responder con el mouse de la computadora en la posición que usted considera correcta. Después de eso, en un folleto usted deberá realizar varios ejercicios en los que debe seleccionar cuál es la figura que completa correctamente una secuencia, tal como la que se muestra a continuación:



Para finalizar la primera sesión, deberá contestar un cuestionario en el que deberá valorar con un puntaje que señale que tan de acuerdo está usted (según su propia experiencia) con lo que expresan algunas oraciones relacionadas con las matemáticas (como “*no le tengo miedo a las matemáticas*”) y frases que una persona podría utilizar para describirse a sí mismo (como “*me siento triste*”). Para contestar deberá asignar puntajes dependiendo de qué tan frecuentemente usted muestra o hace lo que se describe en cada frase. En la segunda sesión usted efectuará una tarea de resolución de problemas en una computadora. En esa tarea, usted verá en la

1

Firma de sujeto participante: \_\_\_\_\_  
Comité Ético Científico - Universidad de Costa Rica - Número de sesión en que fue aprobado el proyecto: \_\_\_\_\_ Comité Ético Científico -  
Universidad de Costa Rica

pantalla operaciones incorrectas con números romanos (formados con fósforos), tal como la que se muestra en la figura:



Usted deberá utilizar el mouse de la computadora para mover uno de los palillos de fósforo de forma que la operación sea correcta.

Para ser parte del proyecto basta con tener entre 18 y 33 años, ser estudiante activo de la Universidad de Costa Rica y el único compromiso que adquiere al participar es asistir a ambas sesiones, contestar de forma sincera y veraz todas las preguntas en los distintos cuestionarios, así como llevar a cabo las tareas computarizadas de la mejor manera que le sea posible. Usted no será grabado por ningún medio (ni audio ni video). Sólo se guardará un registro de todas sus contestaciones para ser analizadas estadísticamente en conjunto con las de todos los demás participantes del estudio.

### **C. RIESGOS**

Se considera que la participación en este estudio no supone ningún tipo de riesgo, aunque podría darse cierta molestia debido a lo siguiente:

1. Puede sentir algún tipo de presión por tener que efectuar algunas de las tareas en un tiempo limitado o por preocupaciones relacionadas con su desempeño. Debido a lo anterior podría tener alguna sensación temporal de ansiedad leve o moderada que probablemente desaparecerá una vez finalizada la sesión.
2. Puede tener alguna incomodidad o cansancio por tener que efectuar las tareas de una misma sesión de manera consecutiva durante 70 minutos aproximadamente.

### **D. BENEFICIOS**

Como resultado de su participación en este estudio, no obtendrá ningún beneficio directo. Sin embargo, es posible que el investigador aprenda más acerca de ciertos factores que afectan el desempeño de las personas en algunas tareas matemáticas y este conocimiento será beneficioso para otras personas en el futuro. Oportunamente se le notificará al correo electrónico que proporcionó, las fechas y los medios en los que usted podrá conocer los resultados generales del estudio.

### **E. VOLUNTARIEDAD**

Su participación en este estudio es voluntaria. Tiene el derecho de negarse a participar o a interrumpir su participación en cualquier momento sin que esta decisión le afecte de manera alguna. Su retiro o falta de participación no conlleva ningún tipo de castigo o sanción por parte de la Universidad o el investigador.

### **F. CONFIDENCIALIDAD**

Su participación en este estudio es confidencial, los resultados podrían aparecer en una publicación científica o ser divulgados en una reunión científica, pero de una manera anónima. Para asegurar esto, en los registros, publicaciones o divulgación, la referencia a los resultados se hará con respecto a los diferentes grupos de participantes según las condiciones experimentales que se manejarán en el estudio. Además, será posible la utilización en el

futuro de los datos y resultados de la investigación, siempre y cuando se mantenga el anonimato de los participantes. Las únicas personas que tendrán acceso a los registros completos del estudio serán el investigador principal y el Comité Asesor del proyecto, estos últimos con el objetivo de verificar procedimientos y datos de investigación.

### G. INFORMACIÓN

Antes de dar su autorización para este estudio usted debe haber hablado con Leiner Víquez García o con alguno de sus colaboradores sobre este estudio y ellos deben haber contestado satisfactoriamente todas sus preguntas. Si quisiera más información más adelante, puede obtenerla llamando a Leiner Víquez García al teléfono 2203-0917 o con el profesor director del proyecto Dr. Odir Rodríguez Villagra, director del programa de maestría en Ciencias Cognoscitivas, al teléfono 2511-7262. Además, puede consultar sobre los derechos de los sujetos participantes en proyectos de investigación al Consejo Nacional de Salud del Ministerio de Salud (CONIS), teléfonos 2257-7821 extensión 119, de lunes a viernes de 8 a.m. a 4 p.m. Cualquier consulta adicional puede comunicarse con la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica *a los teléfonos 2511-4201, 2511-1398*, de lunes a viernes de 8 a.m. a 5 p.m.

**H.** Usted NO perderá ningún derecho por firmar este documento y que recibirá una copia de esta fórmula firmada para su uso personal.

### CONSENTIMIENTO

He leído o se me ha leído toda la información descrita en esta fórmula antes de firmarla. Se me ha brindado la oportunidad de hacer preguntas y estas han sido contestadas en forma adecuada. Por lo tanto, declaro que entiendo de qué trata el proyecto, las condiciones de mi participación y accedo a participar como sujeto de investigación en este estudio

**\*Este documento debe de ser autorizado en todas las hojas mediante la firma, (o en su defecto con la huella digital), de la persona que será participante o de su representante legal.**

\_\_\_\_\_  
Nombre, firma y cédula del sujeto participante

\_\_\_\_\_  
Lugar, fecha y hora

\_\_\_\_\_  
Nombre, firma y cédula del/la investigador/a que solicita el consentimiento

\_\_\_\_\_  
Lugar, fecha y hora

\_\_\_\_\_  
Nombre, firma y cédula del/la testigo

\_\_\_\_\_  
Lugar, fecha y hora

## 7.2. Cuestionarios aplicados a los participantes

### 7.2.1. Datos generales de participantes

### Datos generales del participante

Por favor, escriba los datos que se le solicitan.

**\*Obligatorio**

Correo electrónico \*

Tu dirección de correo electrónico

Digite el número de participante que se le asignó. \*

Tu respuesta

Nombre \*

Tu respuesta

Apellidos \*

Tu respuesta

Sexo \*

Masculino

Femenino

Edad \*

Tu respuesta

Carrera (o carreras) en la que está empadronado \*

Tu respuesta

Número de teléfono de contacto (no es obligatorio)

Tu respuesta

Enviar [Borrar formulario](#)

### 7.2.2. Escala modificada de Fennema y Sherman para ansiedad matemática

## Formulario #1

A continuación encontrará una serie de afirmaciones sobre usted mismo en relación con las matemáticas, con las que puede estar de acuerdo en mayor o menor medida. Seleccione una única respuesta que represente su grado de acuerdo con el contenido de la afirmación, según la escala que se le brinda. No hay respuestas correctas o incorrectas. Conteste de forma sincera y realista. No emplee demasiado tiempo en cada frase. Toda la información que proporcione será completamente confidencial. Muchas gracias por su colaboración.

---

**\*Obligatorio**

---

Número de participante que se le asignó. \*

Tu respuesta

---

\*

|  | Totalmente<br>en<br>desacuerdo | Parcialmente<br>en<br>desacuerdo | Ni acuerdo ni<br>en<br>desacuerdo | Parcialmente<br>de acuerdo | Totalmente<br>de acuerdo |
|--|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 1. No le tengo ningún miedo a las matemáticas. | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>             | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/>    |

---

\*

|  | Totalmente<br>en<br>desacuerdo | Parcialmente<br>en<br>desacuerdo | Ni acuerdo ni<br>en<br>desacuerdo | Parcialmente<br>de acuerdo | Totalmente<br>de acuerdo |
|--|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 2. Estaría dispuesto a llevar más cursos de matemáticas. | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>             | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/>    |

---

\*

|  | Totalmente<br>en<br>desacuerdo | Parcialmente<br>en<br>desacuerdo | Ni acuerdo ni<br>en<br>desacuerdo | Parcialmente<br>de acuerdo | Totalmente<br>de acuerdo |
|--|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 3. Normalmente no me preocupo sobre si soy capaz de resolver los problemas de matemáticas. | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>             | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/>    |



|  |                                |                                  |                                   |                            |                          |
|--|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| *  |                                |                                  |                                   |                            |                          |
|  | Totalmente<br>en<br>desacuerdo | Parcialmente<br>en<br>desacuerdo | Ni acuerdo ni<br>en<br>desacuerdo | Parcialmente<br>de acuerdo | Totalmente<br>de acuerdo |
| 4. Casi nunca me pongo nervioso durante un examen de matemáticas.        | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>             | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/>    |
| *  |                                |                                  |                                   |                            |                          |
|  | Totalmente<br>en<br>desacuerdo | Parcialmente<br>en<br>desacuerdo | Ni acuerdo ni<br>en<br>desacuerdo | Parcialmente<br>de acuerdo | Totalmente<br>de acuerdo |
| 5. Generalmente estoy tranquilo durante los exámenes de matemáticas      | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>             | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/>    |
| *  |                                |                                  |                                   |                            |                          |
|  | Totalmente<br>en<br>desacuerdo | Parcialmente<br>en<br>desacuerdo | Ni acuerdo ni<br>en<br>desacuerdo | Parcialmente<br>de acuerdo | Totalmente<br>de acuerdo |
| 6. Por lo general estoy tranquilo en las clases de matemáticas.          | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>             | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/>    |
| *  |                                |                                  |                                   |                            |                          |
|  | Totalmente<br>en<br>desacuerdo | Parcialmente<br>en<br>desacuerdo | Ni acuerdo ni<br>en<br>desacuerdo | Parcialmente<br>de acuerdo | Totalmente<br>de acuerdo |
| 7. La mayoría de las veces las matemáticas me ponen incómodo o nervioso. | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>             | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/>    |

|  |                                   |                                  |                                   |                            |                          |
|--|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| *  | Totalmente<br>en<br>desacuerdo    | Parcialmente<br>en<br>desacuerdo | Ni acuerdo ni<br>en<br>desacuerdo | Parcialmente<br>de acuerdo | Totalmente<br>de acuerdo |
| 8. Las matemáticas me ponen irritable o impaciente.  | <input type="radio"/>             | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>             | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/>    |
| *  | Totalmente<br>en<br>desacuerdo    | Parcialmente<br>en<br>desacuerdo | Ni acuerdo ni<br>en<br>desacuerdo | Parcialmente<br>de acuerdo | Totalmente<br>de acuerdo |
| 9. Me siento mal cuando pienso en resolver problemas de matemáticas.   | <input type="radio"/>             | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>             | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/>    |
| *  | Totalmente<br>en<br>desacuerdo    | Parcialmente<br>en<br>desacuerdo | Ni acuerdo ni<br>en<br>desacuerdo | Parcialmente<br>de acuerdo | Totalmente<br>de acuerdo |
| 10. Cuando hago problemas de matemáticas se me queda la mente en blanco y no soy capaz de pensar claramente. | <input type="radio"/>             | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>             | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/>    |
| *  | Totalmente<br>en<br>desacuerdo    | Parcialmente<br>en<br>desacuerdo | Ni acuerdo ni<br>en<br>desacuerdo | Parcialmente<br>de acuerdo | Totalmente<br>de acuerdo |
| 11. Cualquier prueba de matemática me da miedo.  | <input type="radio"/>             | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>             | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/>    |
| *  | Totalmente<br>en<br>desacuerdo    | Parcialmente<br>en<br>desacuerdo | Ni acuerdo ni<br>en<br>desacuerdo | Parcialmente<br>de acuerdo | Totalmente<br>de acuerdo |
| 12. Las matemáticas me hacen sentir preocupado o confundido.   | <input type="radio"/>             | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>             | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/>    |
| <a href="#">Enviar</a>   | <a href="#">Borrar formulario</a> |                                  |                                   |                            |                          |

### 7.2.3. Escala modificada del inventario de ansiedad rasgo para ansiedad general

## Formulario # 2

Instrucciones: A continuación encontrará unas frases que se utilizan corrientemente para describirse uno a sí mismo. Lea cada frase y señale la opción que indique mejor cómo se siente usted en general, es decir, en la mayoría de las ocasiones. No hay respuestas correctas o incorrectas. No emplee demasiado tiempo en cada frase y seleccione la respuesta que describe mejor como se siente usted generalmente. Toda la información que proporcione será completamente confidencial. Muchas gracias por su colaboración.

---

\*Obligatorio

Por favor, digite el número de participante que se le asignó. \*

Tu respuesta

|   | Casi nunca            | A veces               | A menudo              | Casi siempre          |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| *<br>1. Me siento bien.                               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| *<br>2. Me canso rápidamente.                         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| *<br>3. Siento ganas de llorar.                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| *<br>4. Me gustaría ser tan feliz como otros.         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| *<br>5. Pierdo oportunidades por no decidirme pronto. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

|                          |                       |                       |                       |                       |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| *                        |                       |                       |                       |                       |
|                          | Casi nunca            | A veces               | A menudo              | Casi siempre          |
| 6. Me siento descansado. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

|  |                       |                       |                       |                       |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| *                                      |                       |                       |                       |                       |
|  | Casi nunca            | A veces               | A menudo              | Casi siempre          |
| 7. Soy una persona tranquila y serena. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

|  |                       |                       |                       |                       |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| *  |                       |                       |                       |                       |
|  | Casi nunca            | A veces               | A menudo              | Casi siempre          |
| 8. Veo que las dificultades se amontonan y no puedo con ellas. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

|   |                       |                       |                       |                       |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| *   |                       |                       |                       |                       |
|   | Casi nunca            | A veces               | A menudo              | Casi siempre          |
| 9. Me preocupo demasiado por cosas sin importancia. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

|                |                       |                       |                       |                       |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| *              |                       |                       |                       |                       |
|                | Casi nunca            | A veces               | A menudo              | Casi siempre          |
| 10. Soy feliz. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

|   |                       |                       |                       |                       |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| *   |                       |                       |                       |                       |
|   | Casi nunca            | A veces               | A menudo              | Casi siempre          |
| 11. Suelo tomar las cosas demasiado en serio. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

|                                     |                       |                       |                       |                       |
|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| *                                   |                       |                       |                       |                       |
|                                     | Casi nunca            | A veces               | A menudo              | Casi siempre          |
| 12. Me falta confianza en mí mismo. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| *                     |                       |                       |                       |                       |
|                       | Casi nunca            | A veces               | A menudo              | Casi siempre          |
| 13. Me siento seguro. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

|  |                       |                       |                       |                       |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| *  |                       |                       |                       |                       |
|  | Casi nunca            | A veces               | A menudo              | Casi siempre          |
| 14. No suelo afrontar las crisis o dificultades. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

|                                     |                       |                       |                       |                       |
|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| *                                   |                       |                       |                       |                       |
|                                     | Casi nunca            | A veces               | A menudo              | Casi siempre          |
| 15. Me siento triste o melancólico. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| *                     |                       |                       |                       |                       |
|                       | Casi nunca            | A veces               | A menudo              | Casi siempre          |
| 16. Estoy satisfecho. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

|   |                       |                       |                       |                       |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| *   |                       |                       |                       |                       |
|   | Casi nunca            | A veces               | A menudo              | Casi siempre          |
| 17. Me surgen y molestan pensamientos sin importancia | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

|  |                                   |                       |                       |                       |
|--|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| *  |                                   |                       |                       |                       |
|  | Casi nunca                        | A veces               | A menudo              | Casi siempre          |
| 18. Me afectan tanto las decepciones que no puedo olvidarlas.                        | <input type="radio"/>             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <hr/>  |                                   |                       |                       |                       |
| *  |                                   |                       |                       |                       |
|  | Casi nunca                        | A veces               | A menudo              | Casi siempre          |
| 19. Soy una persona estable.   | <input type="radio"/>             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| <hr/>  |                                   |                       |                       |                       |
| *  |                                   |                       |                       |                       |
|  | Casi nunca                        | A veces               | A menudo              | Casi siempre          |
| 20. Cuando pienso en situaciones o preocupaciones actuales me pongo tenso y agitado. | <input type="radio"/>             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Enviar   | <a href="#">Borrar formulario</a> |                       |                       |                       |

**7.2.4. Resumen de reportes de la entrevista cognitiva para adaptar el instrumento de medición de la ansiedad matemática**

| <b>Ítem en la escala original</b> | <b>Resumen de los problemas identificados a partir de la entrevista cognitiva</b> | <b>Cantidad de reportes de problemas (de 12 entrevistados en total)</b> | <b>Resolución con respecto al ítem</b>   |
|-----------------------------------|---|---|--|
| Instrucciones                     | No aparecen.  | 8   | Se incorporan las siguientes instrucciones: “A continuación, encontrará una serie de afirmaciones sobre usted mismo en relación con las matemáticas, con las que puede estar de acuerdo en mayor o menor medida. Seleccione una única respuesta rodeando con un círculo el valor que represente su grado de acuerdo con el contenido de la afirmación, según la escala que se le brinda. No hay respuestas correctas o incorrectas. Conteste de forma sincera y realista. No emplee demasiado tiempo en cada frase. Toda la información que proporcione será completamente confidencial. Muchas gracias por su colaboración” |

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| 1. No le tengo ningún miedo a las matemáticas.   | Vaguedad del constructo, redacción confusa.  | 6 | Se replantea el ítem de la siguiente forma: “No le tengo miedo a las matemáticas.”                              |
| 2. No me importaría nada hacer más cursos de matemáticas.                                  | Vaguedad del constructo, redacción sesgada o confusa.  | 7 | Se replantea el ítem de la siguiente forma: Estaría de acuerdo en llevar más cursos de matemáticas.”            |
| 3. Normalmente no me preocupo sobre si soy capaz de resolver los problemas de matemáticas. | Vaguedad del constructo.   | 4 | El ítem se mantiene tal como estaba.  |
| 4. Casi nunca me pongo nervioso durante un examen de matemáticas.                          | Categorías confusas de respuesta para la pregunta planteada, Imprecisión de “casi nunca”   | 4 | El ítem se mantiene tal como estaba.  |
| 5. Normalmente estoy tranquilo durante los exámenes de matemáticas.                        | Se reporta dificultad en la comprensión de la palabra “normalmente”, se asume como sinónimo de “siempre” y no se le presta atención a su significado               | 7 | Se replantea el ítem de la siguiente forma: “Generalmente estoy tranquilo durante los exámenes de matemáticas”. |
| 6. Normalmente estoy tranquilo en las clases de matemáticas.                               | Se reporta que la palabra normalmente se repite varias veces en la escala, dificultad en la comprensión de esa palabra ya que se asume como sinónimo de “siempre”. | 4 | Se replantea el ítem de la siguiente forma: “Por lo general, estoy tranquilo en las clases de matemáticas”.     |



|  |  |    |  |
|--|--|----|--|
| 7. Normalmente las matemáticas me ponen incómodo y nervioso.   | Vaguedad, supuestos inadecuados o ilógicos, la palabra “normalmente” se repite mucho, no presta atención a la palabra normalmente, asume que es sinónimo de “siempre”, “ <i>double barreled</i> ” <sup>4</sup> , redacción.                    | 7  | Se replantea el ítem de la siguiente forma: “La mayoría de las veces, las matemáticas me ponen incómodo o nervioso”. |
| 8. Las matemáticas me ponen incómodo, inquieto, irritable e impaciente.                                      | “ <i>Double barreled</i> ”, vaguedad o contradicción, supuestos inadecuados o ilógicos, es análoga a la pregunta anterior, redacción confusa.  | 7  | Se replantea el ítem de la siguiente forma: “Las matemáticas me ponen irritable o impaciente”.                       |
| 9. Me pongo malo cuando pienso en intentar hacer problemas de matemáticas.                                   | Difícil comprensión, ambigüedad, términos difíciles de comprender (“me pongo malo” suena como un chiste, a enojo o a canción de reggaetón, no es claro) los ítems 7, 8 y 9 los veo iguales, quitaría la palabra “intentar”, redacción confusa. | 11 | Se replantea el ítem de la siguiente forma: “Me siento mal cuando pienso en resolver problemas de matemáticas.”      |
| 10. Cuando hago problemas de matemáticas se me queda la mente en blanco y no soy capaz de pensar claramente. | La expresión “la mente en blanco” le provocó duda a un participante, redacción confusa, vaguedad.  | 4  | El ítem se mantiene tal como estaba.   |

---

<sup>4</sup> Dos objetos actitudinales en una sola frase

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| 11. Una prueba de matemáticas me daría miedo.                          | Supuestos inadecuados o ilógicos, pregunta muy amplia (no especifica qué tipo de prueba), periodos de referencia inadecuados (pues dependería de la importancia de la prueba).          | 6 | Se replantea el ítem de la siguiente forma: “Cualquier prueba de matemática me da miedo”               |
| 12. Las matemáticas me hacen sentir preocupado, confundido y nervioso. | “ <i>Double barreled</i> ”, vaguedad y potencial contradicción entre los diferentes adjetivos, supuestos inadecuados o ilógicos., la repetición de la palabra “nervioso” es estresante. | 5 | Se replantea el ítem de la siguiente forma: “Las matemáticas me hacen sentir preocupado o confundido”. |

---

**7.2.5. Resumen de reportes de la entrevista cognitiva para adaptar el instrumento de medición de la ansiedad general rasgo**

| Ítem en la escala original  | Resumen de los problemas identificados a partir de la entrevista cognitiva                             | Cantidad de reportes de problemas (de 12 entrevistados en total) | Resolución con respecto al ítem  |
|---|--|--|--|
| <p>Instrucciones: A continuación encontrará unas frases que se utilizan corrientemente para describirse uno a sí mismo. Lea cada frase y señale (rodeando con un círculo) la puntuación de 0 a 3 que indique mejor cómo <i>se siente usted en general</i>, es decir, en la mayoría de las ocasiones. No hay respuestas correctas o incorrectas. No emplee demasiado tiempo en cada frase y seleccione la respuesta que describe mejor cómo se siente usted generalmente. Toda la información que proporcione será completamente confidencial. <b><i>Muchas gracias por su colaboración.</i></b></p> | <p>Categorías de respuesta inadecuadas (no hay una opción intermedia entre “a veces” y “a menudo”)</p> | <p>9</p>   | <p>Se modifican ligeramente las instrucciones para la versión de formulario en línea, pero no hay cambios sustanciales. “A continuación encontrará unas frases que se utilizan corrientemente para describirse uno a sí mismo. Lea cada frase y señale la opción que indique mejor cómo se siente usted en general, es decir, en la mayoría de las ocasiones. No hay respuestas correctas o incorrectas. No emplee demasiado tiempo en cada frase y seleccione la respuesta que describe mejor cómo se siente usted generalmente. Toda la información que proporcione será completamente confidencial. Muchas gracias por su colaboración”. Se decide no agregar la opción intermedia, porque en el diseño original, al medir la</p> |

---

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
|  |   |   | ansiedad general, pareciera que se quiere evitar el efecto de que las personas busquen como tendencia mantenerse en el punto medio neutro sin manifestar su mayor o menor grado de ansiedad, por una cuestión de deseabilidad social. |
| 1. Me siento bien.                               | No se registran problemas.  | 0 | El ítem se mantiene tal como estaba.  |
| 2. Me canso rápidamente.                         | No se registran problemas.  | 0 | El ítem se mantiene tal como estaba.  |
| 3. Siento ganas de llorar.                       | Solo una persona se detuvo a cuestionarse si era en el momento, pero inmediatamente se corrigió a sí misma diciendo “ah, es si siento ganas de llorar todo el tiempo” | 1 | El ítem se mantiene tal como estaba.  |
| 4. Me gustaría ser tan feliz como otros.         | Deseabilidad social.  | 1 | El ítem se mantiene tal como estaba.  |
| 5. Pierdo oportunidades por no decidirme pronto. | No se registran problemas.  | 0 | El ítem se mantiene tal como estaba.  |

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| 6. Me siento descansado.                                       | Confusión con respecto a si se siente descansado de dormir bien o que no se siente cansado física o mentalmente. | 3 | El ítem se mantiene tal como estaba.  |
| 7. Soy una persona tranquila, serena y sosegada.               | Redacción confusa, términos difíciles de comprender (“sosegada”), “ <i>Double barreled</i> ”                     | 6 | Se replantea el ítem de la siguiente forma: “Soy una persona tranquila y serena.”       |
| 8. Veo que las dificultades se amontonan y no puedo con ellas. | No se registran problemas.   | 0 | El ítem se mantiene tal como estaba.  |
| 9. Me preocupo demasiado por cosas sin importancia.            | No se registran problemas.   | 0 | El ítem se mantiene tal como estaba.  |
| 10. Soy feliz.   | Deseabilidad social (la persona parece dar a entender que contesta lo que se espera que conteste).               | 1 | El ítem se mantiene tal como estaba.  |
| 11. Suelo tomar las cosas demasiado seriamente.                | Redacción confusa, proceso mental complejo (deben detenerse a entender la combinación “demasiado seriamente”).   | 5 | Se replantea el ítem de la siguiente forma: “Suelo tomar las cosas demasiado en serio”. |

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| 12. Me falta confianza en mí mismo.              | No se registran problemas.  | 0 | El ítem se mantiene tal como estaba.  |
| 13. Me siento seguro.                            | Redacción confusa y vaguedad.   | 5 | El ítem se mantiene tal como estaba.  |
| 14. No suelo afrontar las crisis o dificultades. | No se registran problemas.  | 0 | El ítem se mantiene tal como estaba.  |
| 15. Me siento triste (melancólico).              | “ <i>Double barreled</i> ”, triste no todo el tiempo es lo mismo que melancólico. El paréntesis hace pensar que son sinónimos, redacción confusa, vaguedad, ambigüedad.   |   | Se replantea el ítem de la siguiente forma: “Me siento triste o melancólico”. |
| 16. Estoy satisfecho.                            | Dos personas en voz alta cuestionan, una si se trata de sentirse satisfecho en el momento y, la otra, si es sentirse satisfecho por algo específico. Contestan sin llegar a evidenciar haber recordado que en la instrucción se indica que se pedía que “señale la opción que indique mejor cómo se siente usted en general, es decir, en la mayoría de las ocasiones”. | 2 | El ítem se mantiene tal como estaba.  |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 17. Me rondan y molestan pensamientos sin importancia.                              | Redacción confusa, términos difíciles de comprender (“rondan”), vaguedad.  | 5 | Se replantea el ítem de la siguiente forma: “Me surgen y molestan pensamientos sin importancia”.                               |
| 18. Me afectan tanto los desengaños que no puedo olvidarlos.                        | Redacción confusa, términos difíciles de comprender, vaguedad, “la palabra desengaños suena a algo trágico como un rompimiento amoroso”. | 6 | Se replantea el ítem de la siguiente forma: “Me afectan tanto las decepciones que no puedo olvidarlas”.                        |
| 19. Soy una persona estable.  | No se registran problemas.   | 0 | El ítem se mantiene tal como estaba.   |
| 20. Cuando pienso sobre asuntos y preocupaciones actuales me pongo tenso y agitado. | Vaguedad, términos difíciles de comprender, redacción confusa.   | 6 | Se replantea el ítem de la siguiente forma: “Cuando pienso en situaciones o preocupaciones actuales me pongo tenso y agitado”. |

---

### 7.3. Presentación con instrucciones para la tarea de actualización de MT


**Instrucciones**

El siguiente experimento tiene por objetivo conocer algunas capacidades relacionadas con la memoria y el olvido.

A continuación se le mostrarán algunas indicaciones que son necesarias para que pueda realizar el experimento.

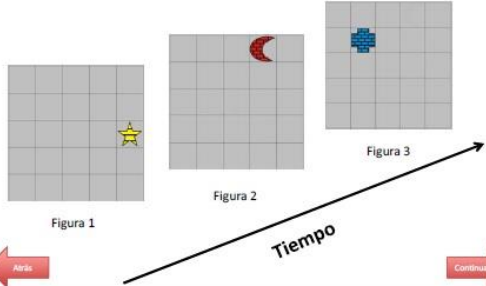
El experimento consta de tres fases:


1. Fase de Codificación
2. Fase de Actualización
3. Fase de Recuperación



**Instrucciones**

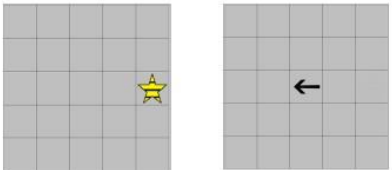
En la **Fase de Codificación** se le van a presentar diferentes figuras con una ubicación específica en la pantalla. Las figuras se irán presentando conforme avanza el tiempo.






**Instrucciones**

Luego de recordar cada figura, aparecerá una flecha de color negro que indica que la figura se moverá una casilla con respecto a su posición anterior. Usted debe dar click en la nueva casilla.




A esta serie de acciones se le llama **Fase de Actualización**.




**Instrucciones**

Durante esta etapa también aparecerán flechas de color rojo que indican que la figura se moverá una casilla en **dirección contraria** con respecto a su posición anterior. Usted debe dar click en la nueva casilla.

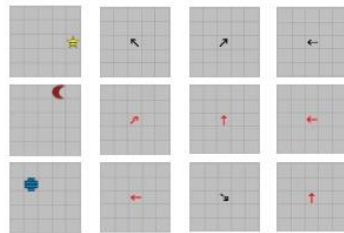



A esta serie de acciones se le llama **Fase de Actualización**.



**Instrucciones**

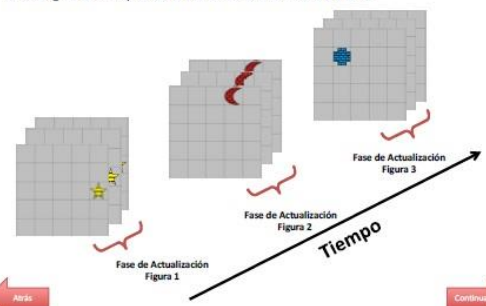
A lo largo de los ensayos e presentarán variaciones en el patrón de flechas. En ocasiones serán ensayos de flechas únicamente negras, rojas o combinadas.






**Instrucciones**

A cada figura le corresponderán tres movimientos de actualización.








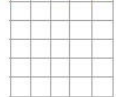
### Instrucciones

Al terminar la fase de actualización de las tres figuras, sigue la **Fase de Recuperación**, en la cual usted deberá recordar y dar clic en la última posición en que estuvieron las figuras. En el caso del ejemplo anterior se le preguntaría:



¿Dónde quedó esta figura?



A lo que usted debe responder dando clic en la última posición de la figura



Asimismo se le preguntará por la última posición de las otras figuras

Atrás Continuar

### Instrucciones

Para la Fase de Recuperación, es importante tomar en cuenta no sólo la ubicación espacial, sino también características de las figuras, ya que éstas pueden variar de forma, color o patrón, por ejemplo:

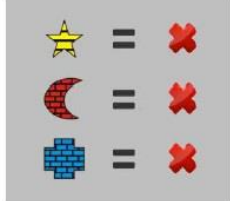


Además, el recuerdo de las figuras no será solicitado precisamente en el mismo orden en que aparecieron.

Atrás Continuar

### Instrucciones

Por último, habrá una pantalla en la que se le mostrará la precisión de cada una de sus respuestas finales



Atrás Continuar

### Instrucciones

A continuación se hará una demostración automática con el fin de que usted conozca las pantallas del experimento y el tipo de acciones que debe realizar.

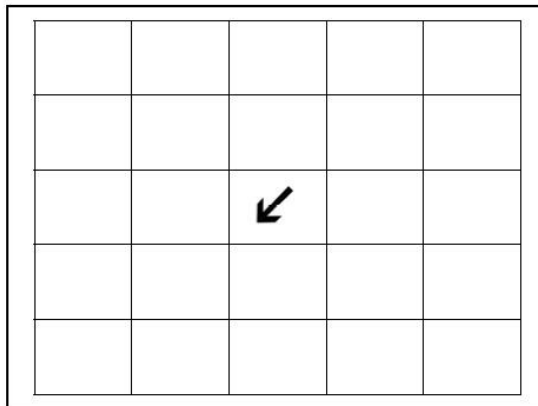
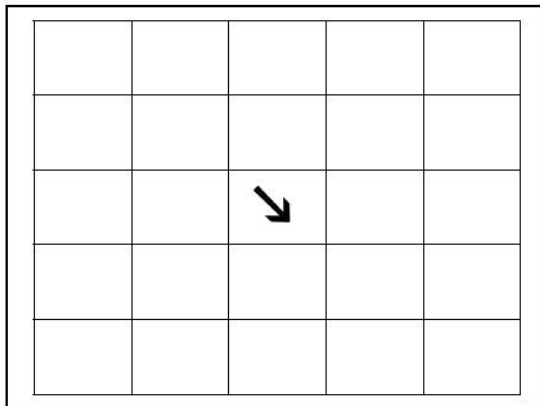
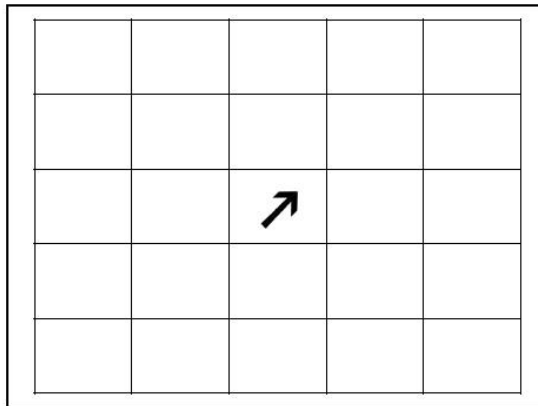
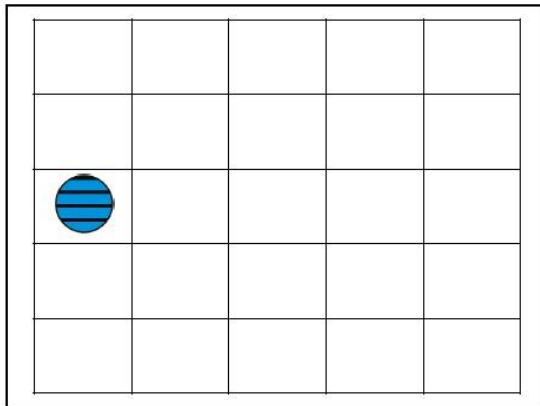
Atrás Continuar

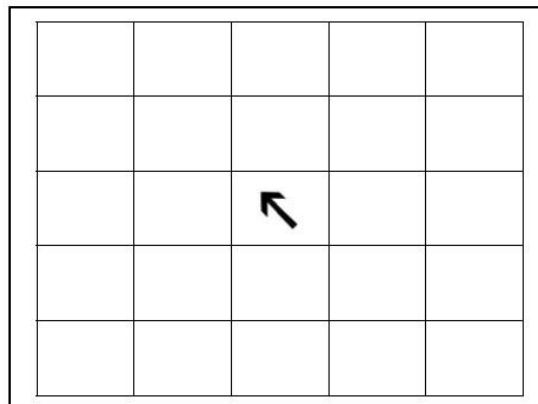
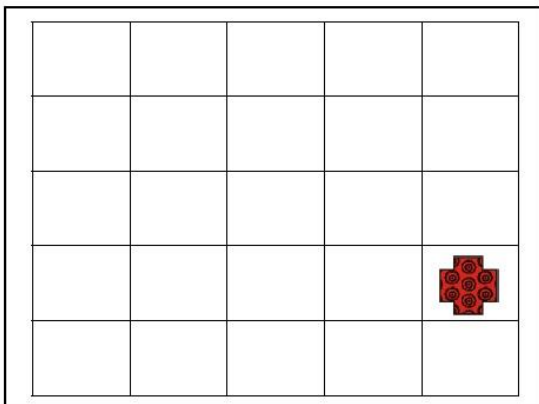
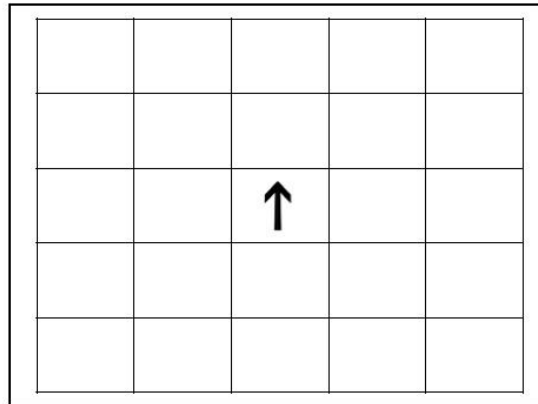
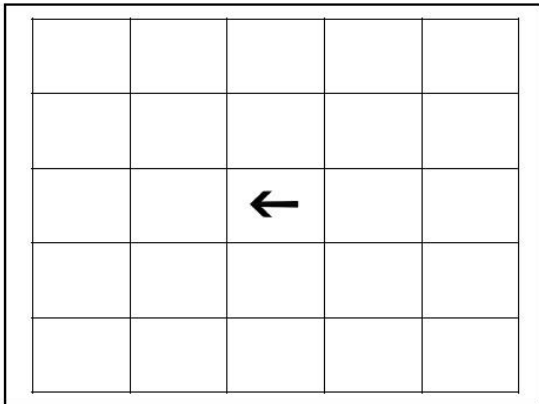
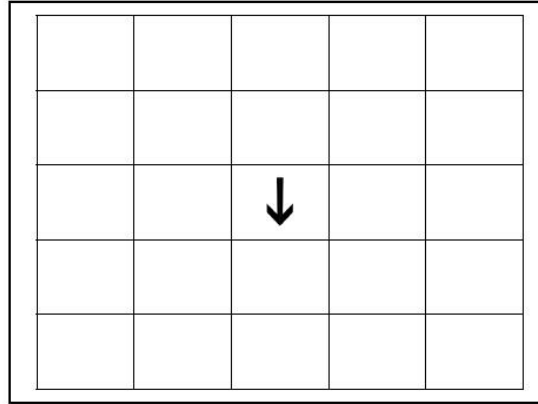
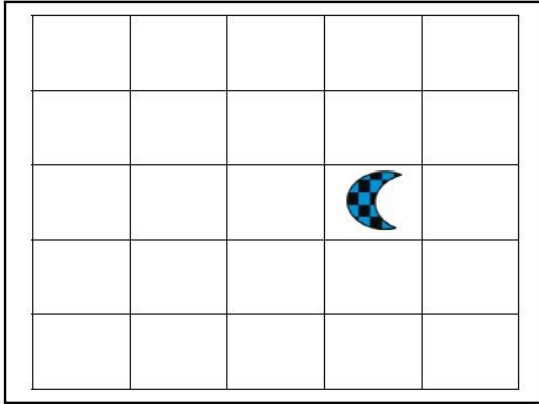
Número de sujeto: 1

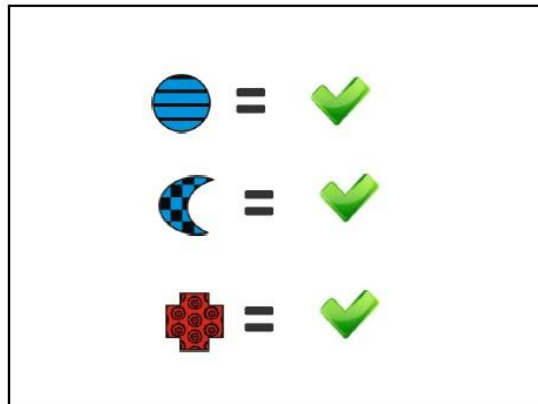
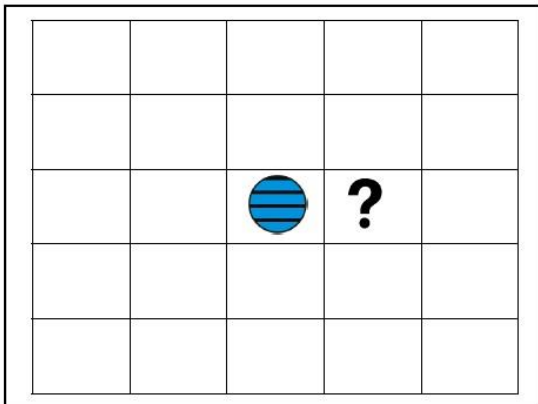
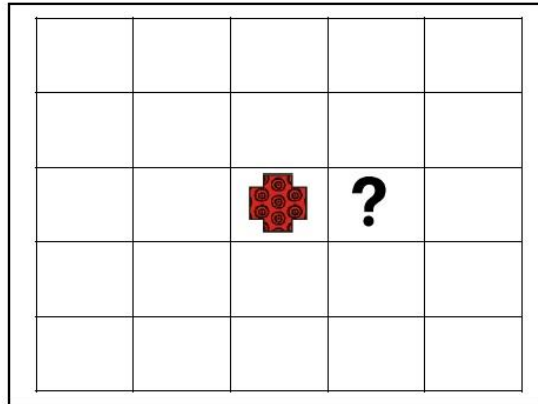
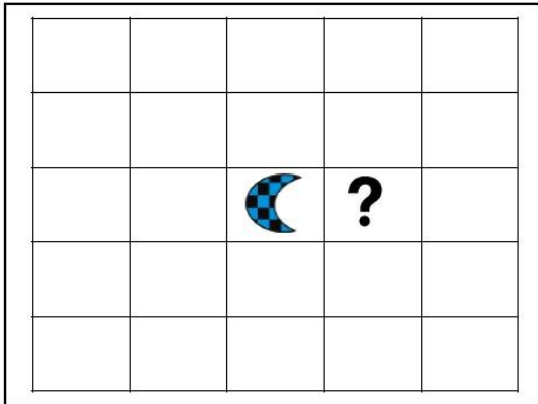
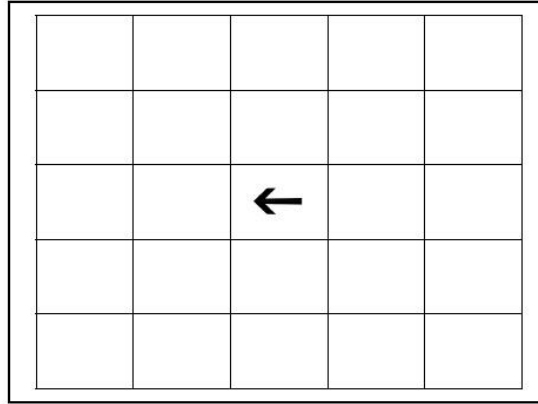
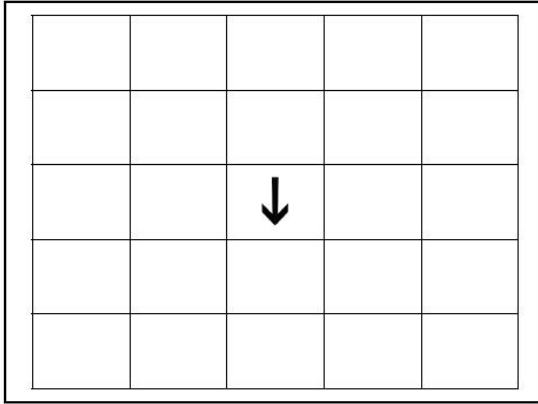
Número de sesión: 1

Sexo (M o F): F

Edad: 23









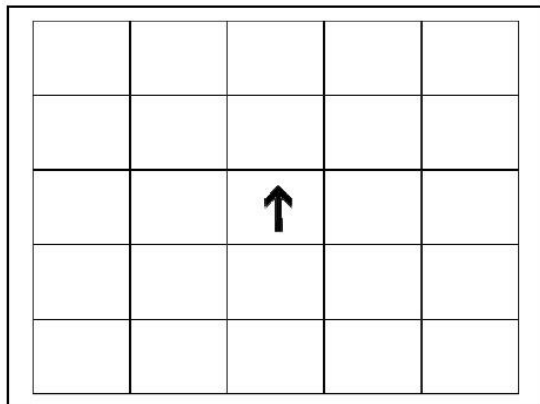
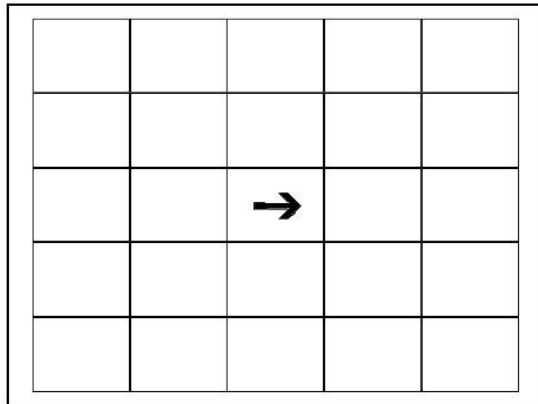
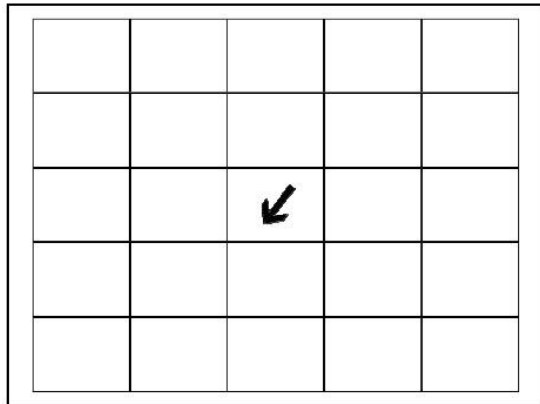
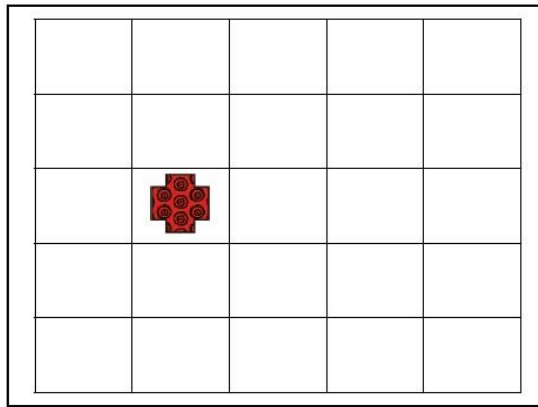
**Instrucciones**

A continuación usted realizará tres ensayos de actualización para una figura



Iniciar ensayo

 Ayuda



**Instrucciones**

Ahora usted realizará una práctica del experimento.  
Si tiene alguna duda o consulta, favor realizarla en este momento al investigador