
ARTÍCULO

**Tratando la ansiedad matemática de maestros en formación
mediante Aprendizaje Basado en Juegos: estudio de un caso****Treating trainee teacher's mathematical anxiety by using Game-Based
Learning: a case study**José Carlos **Piñero Charlo*** ORCID iD 0000-0001-7583-4729María del Carmen **Canto López**** ORCID iD 0000-0003-3077-4835Cristina **Caballero Leiva***** ORCID iD 0000-0002-8625-3628**Resumen**

El objetivo del presente trabajo es realizar un seguimiento y tratamiento de la ansiedad matemática presente en un grupo de maestros en formación. A tal fin se implementaron experiencias de Aprendizaje Basado en Juegos, que sustituyeron a las sesiones prácticas convencionales a lo largo de todo un curso académico. Al traducir las sesiones prácticas a juegos, no se obtuvieron diferencias significativas en cuanto al rendimiento académico. En cambio, éstas afectaron fundamentalmente a la reducción global de la ansiedad mostrada hacia la evaluación en matemáticas (-10.6%) y las tareas numéricas (-8.4%). El estudio evidencia una mejora de la ansiedad matemática, siendo lo suficientemente significativa como para considerar que la ludificación de tareas y la gamificación de la evaluación son procedimientos que contribuyen positivamente a la formación de futuros maestros de matemáticas.

Palabras clave: Ansiedad matemática. Gamificación. Aprendizaje Basado en Juegos. Formación de Maestros. Didáctica de la Matemática.

Abstract

This study aims to track and manage the mathematical anxiety of a group of trainee teachers. To this purpose, Game-Based Learning experiences were implemented by replacing conventional practical sessions throughout an

* Doctor en Física por la Universidad de Cádiz (UCA). Profesor Ayudante Doctor en el Departamento de Didáctica, área de matemáticas, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Cádiz (UCA), Puerto Real, España. E-mail: josecarlos.pinero@gm.uca.es

** Doctora en Psicología por la Universidad de Cádiz (UCA). Profesor Sustituto Interino en el Departamento de Psicología, área de psicología evolutiva y de la educación, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Cádiz (UCA), Puerto Real, España. E-mail: mari.cantolopez@gm.uca.es

*** Máster en Investigación Educativa para el Desarrollo Profesional del Docente, Universidad de Cádiz (UCA). Departamento de Didáctica, área de matemáticas, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Cádiz (UCA), Puerto Real, España. E-mail: cristina.caballeroleiva@alum.uca.es

academic year. Once the practical sessions were translated into games, no significant differences were obtained in terms of academic performance. Instead, they mainly affected the overall reduction of anxiety shown towards mathematics assessment (-10.6%) and numerical tasks (-8.4%). The study makes evident an improvement in mathematics anxiety, being significant enough to consider that the gamification of tasks and the gamification of assessments are procedures that contribute positively to the training of future mathematics teachers.

Keywords: Math Anxiety. Gamification. Game-Based Learning. Trainee Teachers. Didactic of the Mathematics.

1 Introducción

El bajo rendimiento y la baja participación del alumnado de matemáticas es un asunto que preocupa en muchos países y, en particular, en España - debido al bajo rendimiento de los estudiantes en las pruebas PISA, que sitúan a España por debajo de los países de su entorno – OECD, 2019b). Esta cuestión ha ido adquiriendo más relevancia en los últimos años, debido a la creciente importancia del razonamiento cuantitativo en una gran variedad de situaciones (tanto educativas como ocupacionales) que van desde los exámenes escolares a la gestión de las finanzas personales.

Sin embargo, algunos aspectos de la matemática parecen ser cognitivamente difíciles de adquirir y desarrollar para muchas personas, mientras otras tantas muestran falta de habilidad en el aprendizaje específico de las matemáticas. Así, una cantidad sustancial de niños y adultos muestran señales de lo que se conoce como *ansiedad matemática* (Dowker; Sarkar; Looi, 2016), lo que podría perturbar seriamente sus capacidades para aprender matemáticas y afectaría a su rendimiento causando, en ambos casos, un *efecto-huida* de las actividades matemáticas y provocando una sobrecarga que afecta a la memoria de trabajo durante las tareas con contenido matemático.

Esta ansiedad matemática ha demostrado transmitirse de padres a hijos y de profesores a alumnos en una amplia variedad de ocasiones (Vanbinst; Bellon; Dowker, 2020). La ansiedad matemática es, por tanto, una realidad palpable y parametrizable, para cuya caracterización existen herramientas validadas en el contexto español (Núñez-Peña *et al.*, 2013). Además de esta ansiedad matemática, el reciente informe TEDS-M (Tatto, 2020) ha dejado clara la escasa preparación en conocimientos didáctico-matemáticos de profesores en servicio, que también Muestran ansiedad matemática.

De hecho, el rendimiento en conocimiento didáctico-matemático de los profesores de Educación Primaria en España está por debajo de la media de la OECD (ver Figura 1). A partir de estos datos, debe ser inmediato concluir que en España existe un problema específico con la formación matemática y que las dificultades están transmitiéndose en cadena de padres a hijos

y de profesores a estudiantes. Situación que debe solucionarse, en primera instancia, atendiendo a los maestros en formación.

Por lo tanto, dos realidades deben ser atendidas: mejorar el conocimiento didáctico-matemático de los maestros en formación y disminuir la ansiedad matemática de maestros en formación. Con objeto de contribuir a atender ambas cuestiones, los autores del presente documento centramos nuestro estudio en la detección, tratamiento y gestión de la ansiedad matemática de maestros en formación; construyendo una serie de intervenciones específicas y aplicándolas en entornos universitarios reales.

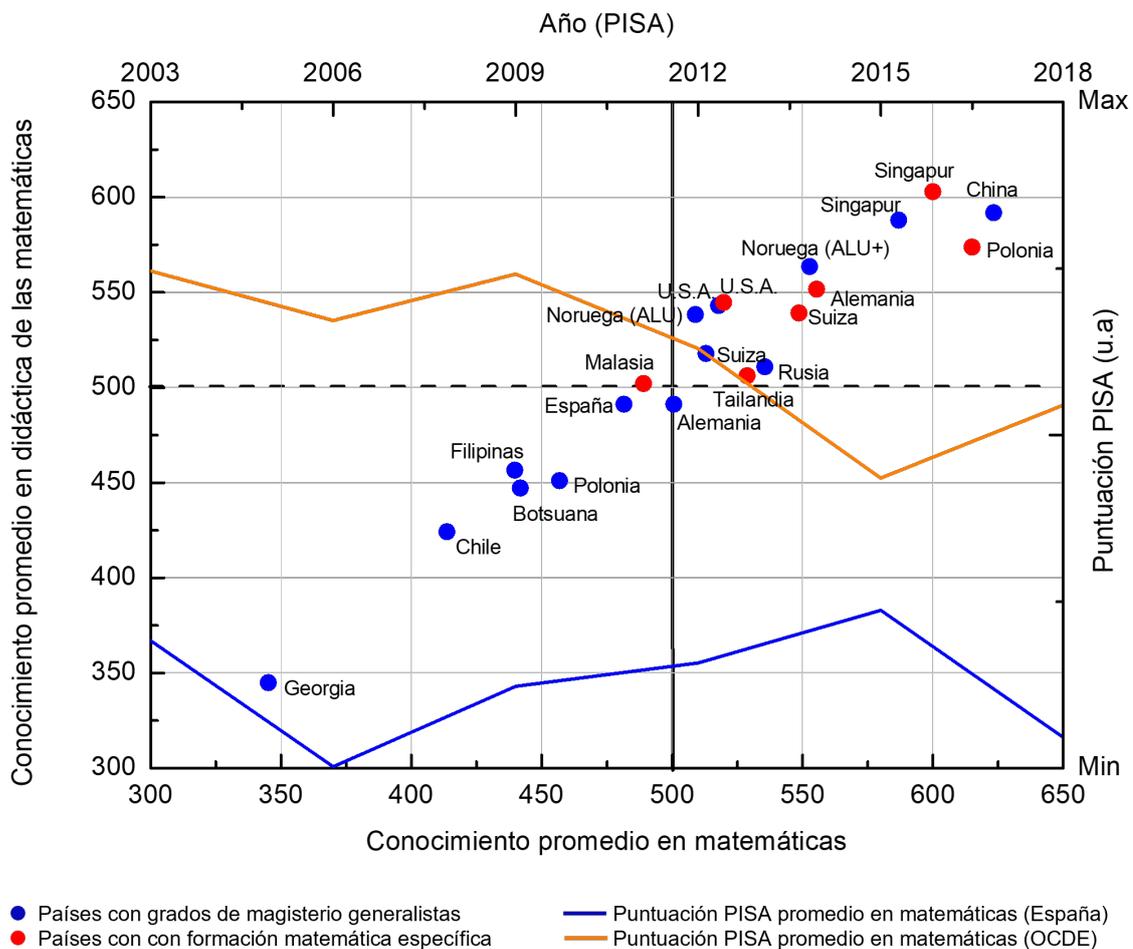


Figura 1 – Conocimiento didáctico-matemático de profesores de Educación Primaria en servicio en cada país (puntos azules y rojos) y rendimiento promedio de los estudiantes españoles en los tests PISA de matemáticas (línea naranja delgada)

Fuente: elaborada por los autores con base en los datos del informe TEDS-M¹.

De tal manera que nuestros objetivos de largo plazo pretenden monitorizar y tratar la ansiedad matemática de maestros en formación. A tal fin, en este artículo planteamos el estudio de un caso (analizado a un curso de futuros maestros de matemáticas en Educación Primaria) para dar respuesta a la pregunta: ¿pueden los juegos matemáticos articular una experiencia

¹ Datos publicados por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (2013).

motivadora y óptima tanto emocional como curricularmente?, pretendiendo alcanzar los siguientes objetivos:

- O1 – Analizar la evolución del grado de ansiedad matemática de una población de maestros en formación: ¿qué grado de ansiedad muestran?
- O2 – Tratar la ansiedad matemática de los participantes mediante metodologías de gamificación educativa: ¿se reduce la ansiedad matemática?, ¿en qué grado?
- O3 – Analizar el rendimiento curricular de metodologías de gamificación educativas aplicadas durante un largo periodo de tiempo: ¿contribuye al aprendizaje?
- O4 – Hacer un seguimiento del estado emocional de los maestros en formación mientras experimentan situaciones-problema gamificadas: ¿mejora el nivel de habilidad como consecuencia del tipo de experiencia planteada?

2 Bases teóricas de la investigación

Como se ha mencionado en la sección de introducción, este documento presenta un estudio del estado de la ansiedad matemática de los maestros en formación, así como el informe de una intervención diseñada para tratar dicha ansiedad.

2.1 La ansiedad matemática

Una definición precisa del término *ansiedad matemática* es necesaria para acotar el problema y seleccionar una herramienta apropiada que caracterice el fenómeno. Así, los estudios que hacen referencia a la ansiedad dan importancia a las situaciones que la inducen, poniendo el foco en la interpretación que la persona realiza de tal situación y la anticipación que hace de posibles *aspectos amenazantes* (Fernández-César *et al.*, 2020).

Otros autores destacan que la ansiedad es una actitud emocional básica, universal, cognitiva y adaptativa que acompaña al ser humano y que provoca la activación del organismo como respuesta ante situaciones que son percibidas como amenazantes (Fernandez-Abascal; Jimenez; Martin, 2003). Aunque - en circunstancias normales - la ansiedad forma parte de la experiencia que permite a una persona enfrentar las demandas propias de un proceso de aprendizaje, se le considera como parte de un conjunto de emociones negativas (García González; Sierra, 2020). Esto se debe a que, si los niveles de ansiedad son excesivos, pueden limitar, bloquear e, incluso, hacer que la persona evite afrontar cualquier aspecto que interprete

como amenazante asociado al estudio, en este caso, de las matemáticas.

En el caso que nos ocupa, la ansiedad matemática puede definirse como un “sentimiento de tensión y ansiedad que interfiere con la manipulación de números y con la resolución de problemas matemáticos en una amplia variedad de situaciones de la vida cotidiana y/o académica” (Richardson; Suinn, 1972, p. 551). Bajo esta definición, y de acuerdo con las estimaciones estadísticas (Eden; Heine; Jacobs, 2013), aproximadamente el 30% de la población sufre de síntomas más o menos severos relacionados con sentimientos de ansiedad cuando se enfrentan a tareas que requieren gestión de información numérica. En particular, uno de cada cinco individuos pertenece al grupo de “alta ansiedad matemática” (Ashcraft; Kirk, 2001).

En este sentido, Ashcraft y Kirk concluyen que la ansiedad matemática no es un epifenómeno; esto es: no es una evaluación cognitiva sobre uno mismo, ni tampoco está relacionada con la naturaleza del procesamiento mental. En el citado estudio, por ejemplo, los estudiantes de estadística que hicieron un mal examen afirmaron que se confunden, que no pueden concentrarse en la tarea que tienen entre manos, o que siguen pensando en lo malos que son en matemáticas. Independientemente de la subjetividad de tales afirmaciones, éstas son consistentes con el resultado general: la ansiedad matemática interrumpe las actividades en curso - relevantes para la memoria de trabajo - lo que ralentiza el rendimiento y degrada la precisión.

Algunos resultados clave en el estudio de la ansiedad matemática, aportados por Vanbinst, Bellon y Dowker (2020) son: (i) La ansiedad matemática de niños en edad escolar está significativamente correlacionada con su rendimiento en problemas aritméticos. (ii) Las chicas muestran una mayor ansiedad matemática - con relación a los chicos - en situaciones relacionadas con las matemáticas. Sin embargo, esas diferencias de género no se trasladan al rendimiento global en matemáticas. (iii) La ansiedad matemática está asociada, en mayor medida, con la propia ansiedad de sus madres (en aquellos casos en los que la madre es la cuidadora principal). Además, los estudios PISA señalan que los estudiantes que sufren ansiedad matemática o fobia a las matemáticas puntúan hasta 34 puntos por debajo de aquellos que no padecen dicha ansiedad (OECD, 2019a).

Así, puede concluirse que la ansiedad matemática involucra complejos entramados que relacionan la naturaleza humana con la crianza, y que la ansiedad matemática no es solo la aflicción causada por la falta de habilidad para resolver problemas de matemáticas, sino también - y en mayor medida - la debida a la percepción del individuo de no ser capaz de rendir a todo su potencial cuando intenta encontrar la solución a un problema matemático. Una vez acotado

y definido el término *ansiedad matemática*, se procedió a seleccionar una herramienta para su caracterización. En este caso, la herramienta seleccionada fue el cuestionario sMARS (Núñez-Peña *et al.*, 2013). Dicho cuestionario adapta el instrumento MARS (*Mathematics Anxiety Rating Scale*) a las particularidades del caso español.

2.2 Motivación y experiencia óptima

Del apartado anterior se concluye que el tratamiento de la ansiedad matemática debe hacerse atendiendo tanto a la habilidad matemática del individuo como a la percepción que tiene de sí mismo. En este sentido, Mihaly Csikszentmihalyi (1990), pionero del estudio científico de la felicidad, descubrió que:

La felicidad [...] no es algo que sucede. No es suerte, buena fortuna, o eventos externos los que determinan la felicidad; más bien, se trata de cómo la interpretamos. De ahí que la felicidad está relacionada directamente con la forma en que controlamos nuestra vida interior.

En su libro, Csikszentmihalyi resalta que la felicidad no es un estado fijo, si no que puede desarrollarse a medida que vamos aprendiendo cosas nuevas para conseguir *Flow*² en nuestras vidas. La idea de *Flow* fue definida por Csikszentmihalyi y otros positivistas como un “estado en el que la persona llega a estar completamente inmersa en aquello que está haciendo”. El Flow, por tanto, se caracteriza por ser un estado en el que una persona está prestando completa atención a aquella actividad que está realizando. Bajo las condiciones adecuadas, pueden facilitarse tareas que produzcan pasión, concentración y gran interés (colocando al usuario en una *zona de no-distracción*) (Figura 2).

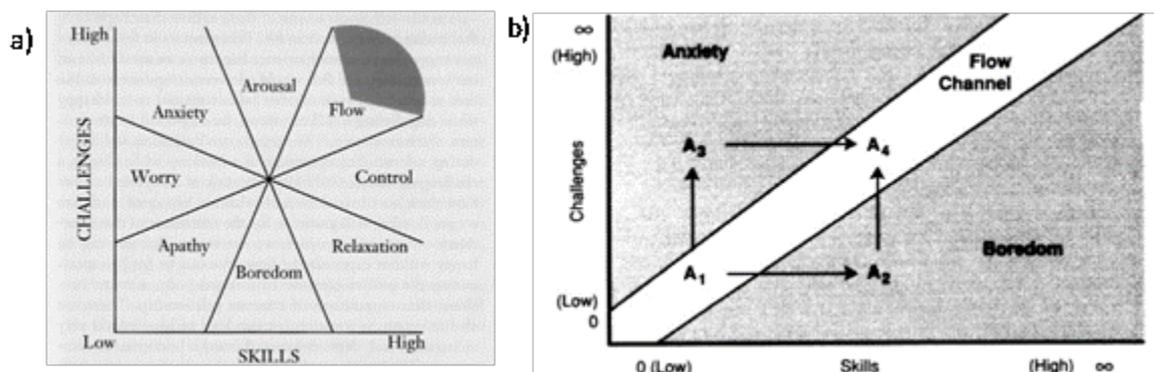


Figura 2 – (a) Estado mental en términos de habilidad y dificultad del desafío según la teoría del Flow; (b) canal de Flow que comunica estados mentales.

² El estado de Flow es incorrectamente traducido al castellano como *estado de Flujo*. En la obra original de Csikszentmihalyi, el concepto de Flow se utiliza como símil del Flow musical. En el contexto de la música callejera de los 1990 - en particular, del rap -, se decía que una pieza improvisada *tenía Flow* cuando la lírica encajaba bien con la base rítmica (es decir, una suerte de armonía). De la misma manera, en la obra de Csikszentmihalyi se explica cómo la experiencia óptima supone un compromiso entre habilidad y dificultad del desafío, hasta lograr la armonía. Así, la traducción más adecuada - de haber alguna -, sería el de *estado de armonía*.

Fuente: extraído desde Csikszentmihalyi (1990, 1997).

La teoría del Flow señala que, si estamos volcados en una actividad para nuestro propio disfrute, el *Flow* sobreviene al producirse un equilibrio entre la dificultad de los retos que se plantean y las habilidades de que se disponen para afrontarlos (ver Figura 2a, extraída de Csikszentmihalyi, 1990). La característica principal de este estado es que equilibra reto con habilidad: en estado de *Flow* la tarea no resulta ni muy fácil, ni demasiado difícil. En este estado, el sujeto no teme cometer errores - considera que éstos son parte de algo positivo. Además, se desarrolla un nivel de implicación tal que desaparece la autoconciencia (al estar tan involucrado que uno se olvida de sí mismo). En estas condiciones, esta misma teoría establece que la emocionalidad no es un factor fijo, si no que se va modificando con la experiencia; desplazándose horizontal y/o verticalmente por el diagrama (ver Figura 2b, extraída de Csikszentmihalyi, 1997) creando como resultado un *canal de Flow*).

Aplicado al ámbito educativo, una actividad que pretenda provocar un estado de *Flow* debe sorprender continuamente (de manera que el usuario tenga la sensación de estar efectuando algo nuevo, aunque se haya hecho muchas veces). Además, dicha actividad debe ser un fin en sí misma; ya que no se piensa en un objetivo, sino que es disfrutable por sí misma a un nivel tal que se distorsiona el tiempo y se eliminan las distracciones de la conciencia - haciendo relevante el aquí y el ahora. Finalmente, y por la naturaleza de este trabajo, cabe señalar que la teoría del *Flow* está en la base del diseño de ciertos juegos - en particular, las salas de escape educativas (Piñero Charlo, 2019) - que son adaptables al ámbito educativo en la medida en la que el docente intente plantear cada tarea como si fuera un juego.

En la experiencia que nos ocupa en el presente estudio, la teoría del *Flow* sirve como marco para diseñar una herramienta sencilla (ver anexo 1) con la que pulsar el estado mental en términos de habilidad y dificultad - percibida - del desafío.

2.3 La enseñanza de las matemáticas

El diseño de una experiencia óptima para el aprendizaje de las matemáticas requiere de una revisión de los procesos de enseñanza que ésta disciplina ha presenciado en las últimas décadas. De hecho, estos cambios han sido significativos por la eclosión de metodologías que potencian la integración curricular, el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje invertido o el aprendizaje mixto. Existe un común denominador en todas estas metodologías, y es que se articulan en base al aprendizaje autorregulado (Torrano Montalvo; González Torres, 2004); que postula que los estudiantes deben tomar un mayor grado de responsabilidad en su propio

aprendizaje (Rowntree, 1990).

El mayor énfasis en la autonomía del estudiante ha movido el centro de gravedad de la educación matemática, alejándolo del profesor y acercándolo al alumno. En línea con esta evolución, el lenguaje ha cambiado de forma que la comunidad educativa ahora usa el término *aprendizaje* más a menudo que el término *enseñanza*. Dicho cambio de paradigma ha afectado a varios ejes en torno a los que se estructura la educación matemática y, en particular, ha aumentado la incertidumbre de los profesionales de la educación, provocando sentimientos de ansiedad basados en una percepción de sí mismos como inadecuados para la profesión (Bashir, 1998).

Por otro lado, ciertos estudios resaltan que la naturaleza cambiante de la profesión docente está directamente relacionada con el diseño de actividades y la diversidad de roles que puede asumir el docente (Piñero Charlo, 2020a). De hecho, si nos preguntamos *¿qué es un buen profesor?*, podemos concluir fácilmente que la respuesta debería ser *aquel que ayuda al estudiante a aprender*. Dicho objetivo (ayudar al estudiante a aprender), puede alcanzarse de maneras muy diversas, por lo que el docente puede contribuir a este proceso desde aproximaciones muy diversas.

Sin embargo, existe un riesgo adicional en la enseñanza de las matemáticas: la pérdida de contexto. En este sentido, Brousseau ya indicaba que la enseñanza de las matemáticas se debe realizar en fases de contextualización y descontextualización (ver figura 3); y que, para un docente, la tentación de saltar entre fases y enseñar directamente el saber como objeto cultural descontextualizado, es muy grande. En tal caso, se presenta el saber y el alumno se lo apropia como puede (Brousseau, 1997).

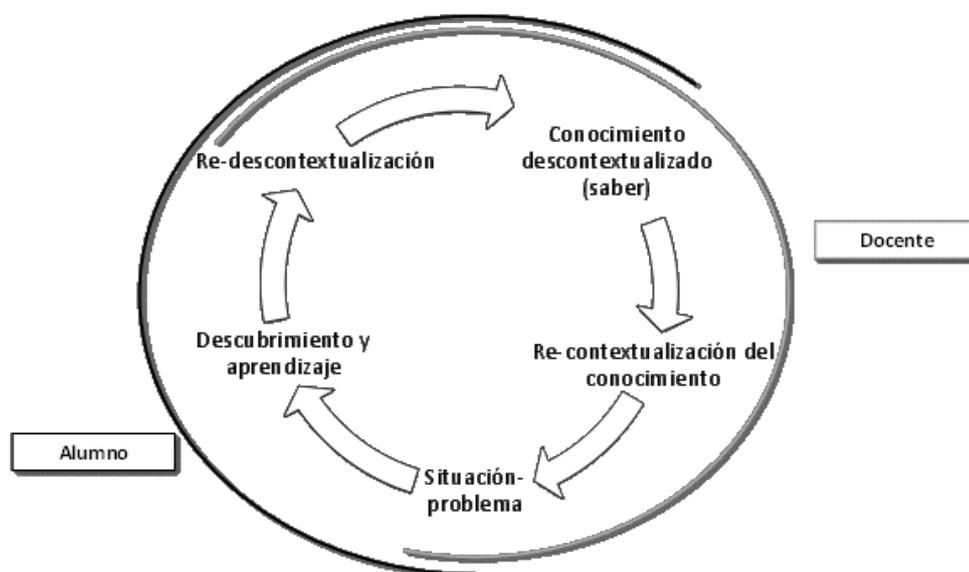


Figura 3 – Ciclo de descontextualización y recontextualización del conocimiento matemático en conexión con la relación docente/alumno

Fuente: adaptado desde Brousseau (1997).

Es fácil entender que la enseñanza descontextualizada de las matemáticas conlleva procesos de memorización que hacen al estudiante percibir el conocimiento como inútil y afectando a la experiencia completa que vivencian en la escuela y provocando ansiedad matemática en el proceso (Piñero Charlo, 2021). De hecho, es común que los estudiantes perciban el currículo como fragmentado y desestructurado, provocando confusión y hastío; debido, fundamentalmente, a que la enseñanza directa de algoritmos de cálculo no enfatiza el desarrollo del pensamiento autónomo de los estudiantes - al estar basado en procesos memorísticos y en el seguimiento de unos ciertos pasos predeterminados (Canto López *et al.*, 2022). En lo que afecta al presente documento, nuestra idea de docente - que coincide con la presentada por Azcárate Goded (2001) motiva el estudio aquí presentado y sirve como punto de partida para plantear una situación de enseñanza interdisciplinar y que evite la enseñanza directa de algoritmos.

2.4 Juegos y matemáticas

El juego puede definirse como “una actividad en la que uno se implica por ocio, disfrute o diversión”; en este sentido, los juegos pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar conceptos matemáticos y a razonar ordenadamente (European Parliament, 2006). Dichos juegos, en conexión con la ayuda del profesor, pueden crear múltiples oportunidades para desarrollar nuevas ideas matemáticas. Jugar es una forma de aprender, siendo una actividad natural - todos sabemos cómo jugar - no exclusiva de los mamíferos (Huizinga, 1972). De modo que si la enseñanza se convierte en un juego... entonces la enseñanza se convierte en algo natural.

Así los juegos pueden actuar como instrumentos de trabajo de la ansiedad matemática, actuando como vehículo capaz de soportar una perspectiva de integración curricular, presentando experiencias contextualizadas, basadas en el razonamiento y alejadas de procesos memorísticos. En esta línea, varios autores ya han señalado la semejanza entre las habilidades necesarias para la resolución de juegos y las necesarias para resolver problemas (Carmona; Cardeñoso, 2019), poniendo de manifiesto que las fases para resolver un problema (Polya, 1945) coinciden casi exactamente con las fases de resolución de un juego.

3 Metodología

El presente estudio propone la identificación y tratamiento de la ansiedad matemática

de maestros en formación mediante estrategias de gamificación educativa. Con objeto de satisfacer este propósito general, esta investigación presenta un estudio de un caso planteado como medio, al formar parte de una investigación de mayor escala (Gundermann, 2004). Se trata de un estudio de caso que podría considerarse microetnográfico, al ocuparse de pequeñas unidades específicas dentro de una organización: un curso concreto en el marco de una universidad (Soto Ramírez; Escribano Hervis, 2019), en el que se busca confirmar la hipótesis de que las metodologías de aprendizaje basado en juegos afectan positivamente a la evolución la ansiedad matemática. A tal fin, se diseñaron experiencias de gamificación educativa que serían implementadas durante el transcurso de un curso académico y que deberían trabajar los conceptos didáctico-matemáticos previstos, sustituyendo a algunas de las prácticas de la asignatura convencional. A fin de realizar un seguimiento adecuado, se tomaron datos relativos a la ansiedad matemática antes y después de la realización de las experiencias (mediante tests, anexo 2) y se monitorizó el estado mental en los términos de la teoría del *Flow* (anexo 1).

3.1 Descripción del caso bajo estudio

Este documento presenta un estudio de caso, cuyos participantes son docentes en formación que toman parte en las asignaturas y curso académico afectados. El interés del caso bajo estudio radica, precisamente, en el perfil genérico del estudiantado (que dota de significatividad y permite cierto grado de generalización de los resultados). Tomaron parte en la experiencia un total de 71 estudiantes del segundo curso del Grado de Educación Primaria de la Universidad de Cádiz, con una edad media de 19-20 años. Los estudiantes se agruparon (libremente) en equipos de trabajo de entre cuatro y seis componentes. La mayoría de los estudiantes (82%) provienen de unos estudios previos donde las matemáticas han tenido un menor peso curricular (esto es, provienen de un bachillerato de humanidades).

Todos los participantes en la experiencia son alumnos de primera matrícula en la asignatura, no hay alumnos *repetidores* en el caso bajo estudio. La composición de los participantes es mayoritariamente femenina, ya que sólo 28 de los 71 participantes son varones (39%). Las experiencias se implementaron durante el curso académico 2021/22 en la asignatura de Didáctica de las Matemáticas I, segundo curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Cádiz (España). Detalles adicionales de los participantes en el estudio pueden consultarse en la Tabla 1. Así, el caso bajo estudio es el de la variación de la ansiedad matemática del grupo de 71 estudiantes a lo largo de un año de experiencias prácticas de gamificación educativa.

Tabla 1 – Características de los participantes.

Variable	Género			
	Masculino	Femenino		
Estudios anteriores (procedencia)	Científico	4	2	
	Humanidades	24	41	
Rango de edad	20 años o menos	2	41	
	21 años o más	26	2	
Origen	España	Cádiz	27	36
		Otra provincia	1	6
	Otro país	0	1	

Fuente: elaborada por el autor.

3.2 Diseño experimental

Al inicio de la asignatura (ver sección 3.1) se realizó un análisis cuantitativo de la ansiedad matemática de los participantes, usando la herramienta sMARS (Núñez-Peña *et al.*, 2013). Durante el transcurso de la asignatura (cuatro meses), los estudiantes participaron de varias sesiones gamificadas (una sesión por semana lectiva, catorce sesiones en total); una de las cuales se presenta en este estudio de caso. La evolución del estado emocional en cada sesión gamificada fue registrada usando una carta de emociones (ver anexo 1), donde los estudiantes debían indicar su estado emocional a lo largo de cada sesión gamificada (indicando su estado cada 15 minutos). Finalmente, a término de la asignatura se facilitó a los estudiantes la herramienta sMARS ampliada (ver anexo 2), donde se incluyen ítems adicionales para ajustarse a las especificidades del estudio.

Conviene señalar que la inclusión de estos ítems adicionales - que sirvieron para indagar sobre el efecto específico de la gamificación educativa en la ansiedad matemática - no cambiaron la fiabilidad del instrumento, ya que arrojó un alfa de Cronbach de $\alpha = 0.97$, que corresponde a un índice de confiabilidad muy alto, lo que significa que el instrumento es práctico y confiable para la recolección de datos (aunque exista cierta redundancia en las preguntas). Se ha decidido utilizar la herramienta sMARS porque en este trabajo - al igual que en el de Núñez-Peña *et al.* (2013) - se considera la ansiedad como componente de la actitud.

Consideramos que la ansiedad puede ser un descriptor de las actitudes hacia las matemáticas, específicamente como actitud emocional cognitiva, básica, universal y adaptativa; que acompaña al ser humano y que provoca la activación del organismo ante situaciones percibidas como amenazantes. Los datos sMARS que figuran en este documento, corresponden

con los obtenidos a principio y término del año académico, mostrando, así, una variación anual.

Por otro lado, el análisis de la modificación *in situ* del estado mental (ver Figura 3) se realizó mediante el análisis de una única intervención, correspondiente con la quinta sesión gamificada (de las catorce totales) y consiste en el uso de una *escape box* para trabajar el rompecabezas de Brousseau (Figura 4).

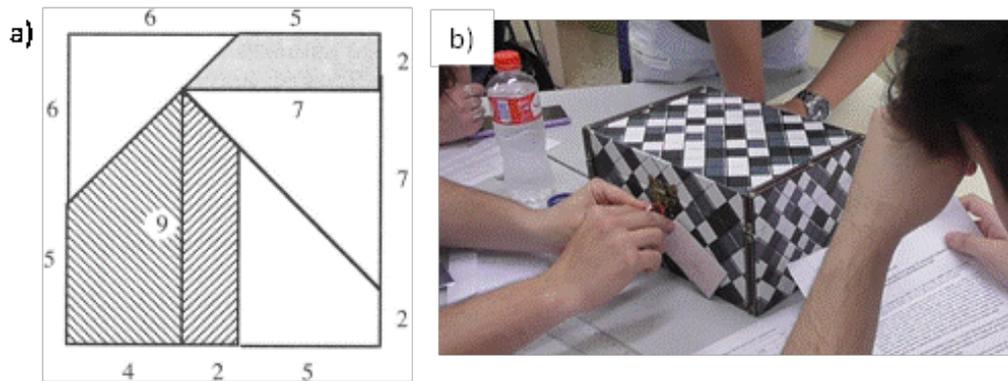


Figura 4 – (a) Problema de la “ampliación del rompecabezas” tal como se presentó por Brousseau.
(b) Captura de una de las experiencias de escape box.
Fuente: (a) extraído de Artigue (1989), p.177; (b) elaboración propia.

Las escape boxes surgen como una alternativa para poder traducir los juegos de salas de escape a escenarios más limitados (Veldkamp *et al.*, 2020). En anteriores estudios, hemos demostrado que el correcto diseño, implementación y gestión de experiencias de gamificación educativa acompañados de una narrativa y las herramientas adecuadas, desembocan en procesos de aprendizaje matemático exitosos tanto para estudiantes de Educación Primaria (Piñero Charlo, 2020b) como para maestros en formación (Piñero Charlo, 2021).

En este tipo de juegos, el escenario-problema es sustituido por una caja, un cofre o similar; que contiene todos los recursos necesarios para desentrañar la narrativa correspondiente. Así, la estructura de la caja se secuencia mediante cerrojos que dan acceso a las distintas actividades en conexión con la narrativa, y se van facilitando distintos recursos y herramientas a medida que se desarrolla la aventura. Si bien es cierto que una escape box no cumple con muchos de los parámetros de las salas de escape convencionales (siendo el más evidente, el principio de aislamiento); éstas se han consolidado como una alternativa metodológica atractiva debido a su accesibilidad para el profesorado.

En el caso que nos ocupa, se diseñó una experiencia basada en el uso de escape boxes para resolver el problema del rompecabezas de Brousseau, adaptado a la narrativa de la escape box en sí. Así, los investigadores (y docentes del grupo que constituye el caso bajo estudio) facilitaron una escape box a cada uno de los grupos de trabajo, de manera que la sesión gamificada reemplazaría a una sesión práctica clásica - de duración 1h:30min. Se informó a los estudiantes que disponían de 60 minutos para resolver la escape box y que el resto del tiempo

se usaría para discutir los elementos propios de la práctica. El problema del *agrandamiento* del rompecabezas de Brousseau (Artigue, 1989, p. 281) es una actividad que propone lo siguiente (ver figura 4a):

El segmento que mide 4cm en el modelo, medirá 7cm en tu reproducción. Entregaremos un puzle a cada grupo de estudiantes, pero cada miembro de hacer al menos una pieza. Cuando hayáis finalizado, deberíais ser capaces de reconstruir, usando las nuevas piezas, la figura original.

La escape box completa estaba constituida por únicamente dos problemas: un problema introductorio inicial - correspondiente con la identificación de una serie de patrones lógicos - cuya resolución daría acceso al interior de la caja... y el rompecabezas en si mismo. Dentro de la propia escape box se facilitaban tijeras, lápices, papeles, cartulinas y reglas. En este caso, el *factor de alargamiento* corresponde con 1.75; cifra que se utiliza en la escape box para acceder al último cerrojo con el que finaliza el juego.

3.3 Análisis de los datos

En primer lugar, se realizó un análisis de las respuestas facilitadas al cuestionario sMARS - realizado a principios del curso - para analizar las tendencias en las respuestas. Para ello, se dispuso una tabla de distribución de frecuencias de cada respuesta. Las opciones de respuesta se agruparon en tres variables, a saber: tareas numéricas (*numerical tasks*), evaluación (*math tests*) y curso (*math course*). Se confrontó la frecuencia de cada respuesta en los cuestionarios inicial y final de las respuestas a cada una de las tres variable - definidas en la herramienta sMARS.

En segundo lugar, se analizó la evolución del estado mental de los estudiantes (en términos de habilidad y dificultad del desafío) en las una de las sesiones gamificadas. Los datos se representaron siguiendo el esquema *dificultad del desafío vs nivel de habilidad* - de acuerdo con el modelo de Csikszentmihalyi - a fin de evidenciar la existencia de un *canal de Flow*, que sería consecuencia del desafío planteado (y, por tanto, de su tipología).

En tercer lugar, se analizaron las respuestas al cuestionario sMARS realizado a final del curso y se compararon las respuestas iniciales con las finales. En este cuestionario final, se incluyeron doce nuevas preguntas (adicionales) sin modificar las preguntas originales ($\alpha=0.97$). Estas nuevas preguntas estaban dirigidas a identificar el grado de ansiedad de los participantes en tres nuevas dimensiones de tareas: grupales, contextualizadas y manipulables. Finalmente, se analizó el rendimiento de la metodología en términos puramente curriculares, comparando el rendimiento de los alumnos que experimentaron el formato de asignatura gamificada con el

de aquellos alumnos que cursaron la asignatura bajo un formato tradicional.

4 Resultados y discusión

En este apartado discutimos, por un lado, los resultados estadísticos obtenidos de las encuestas realizadas a los estudiantes (referentes a datos de motivación y evolución de la misma durante el curso académico) y por otro, un análisis del rendimiento de los maestros en formación a lo largo de la experiencia gamificada en sí.

4.1 Variación en la ansiedad matemática obtenida mediante sMARS

En el transcurso del estudio, se encuestó - mediante la herramienta sMARS - a los participantes antes y después de haber participado en las intervenciones (es decir, a término de las catorce sesiones). Los resultados se resumen en la Tabla 2 y en la Figura 5, donde se puede apreciar que el mayor grado de ansiedad se produce en aquellos ítems relacionados con la evaluación.

Tabla 2 – Variación en el porcentaje de alumnos que muestran distintos grados de ansiedad a lo largo del curso.

Grado de ansiedad	Evaluación			Asistencia a cursos			Tareas numéricas		
	Inicial	Final	Variación	Inicial	Final	Variación	Inicial	Final	Variación
Nada	4.1	3.4	-0.7	30.5	32.9	2.4	36.4	35	-1.4
Poco	5.2	9.6	4.4	28.8	26.3	-2.5	22.8	30.1	7.3
Medio	18.1	18.3	0.2	23.4	19.7	-3.7	19.5	14.14	-5.36
Bastante	29.3	23.1	-6.2	10.5	13.7	3.2	12.9	11.8	-1.1
Mucho	43.3	45.7	2.4	6.8	7.3	0.5	8.5	8.8	0.3

Fuente: Elaborada por el autor.

La Tabla 2 y la Figura 5 presentan el cambio en frecuencia con la que se manifiestan los distintos grados de ansiedad para cada tipología de pregunta posible en el anexo 2 (tareas numéricas, evaluación y curso). En este documento no se muestra la frecuencia de cada respuesta a cada pregunta del cuestionario sMARS facilitado en el anexo 2, si no el agrupado por variable.

Así, la Tabla 2 muestra que un alto porcentaje de estudiantes siguen mostrando bastante o mucha ansiedad hacia la evaluación en matemáticas. Sin embargo, la evaluación pasa a generar menor ansiedad cuando es planteada mediante juegos (en términos globales), de manera que aquellos alumnos que dicen sentir *bastante ansiedad* en las preguntas relacionadas con la evaluación son un 6.2% menos, aumentando un 4.4% la cantidad de alumnos que dice sentir

poca ansiedad ante la evaluación planteada mediante juegos. El resultado de ansiedad promedio, medido pregunta a pregunta, se muestra en la Figura 5. La línea continua de la Figura 5 muestra la respuesta de ansiedad *final*.

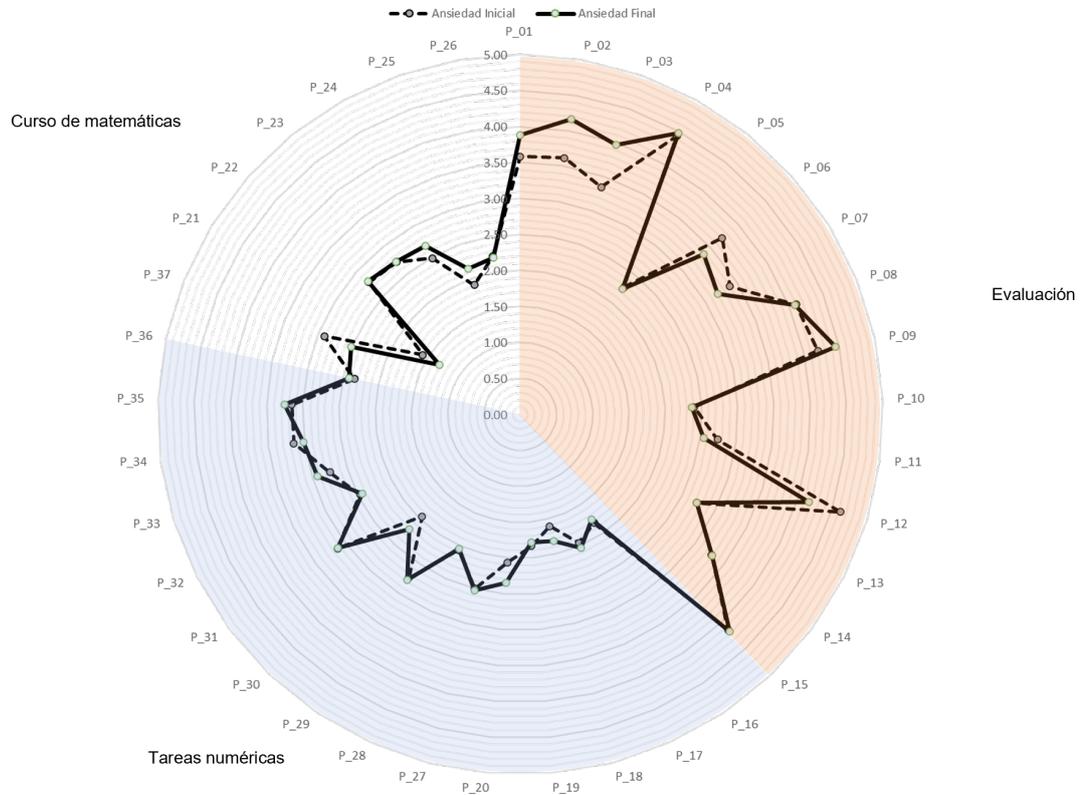


Figura 5 – Variación, a lo largo de las 14 sesiones del curso, detectada en el grado de ansiedad manifestado por los estudiantes en las distintas fuentes de ansiedad consideradas
Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, la ansiedad debida a las tareas numéricas parece desplazarse desde un nivel medio a un nivel de poca ansiedad. De hecho, se reduce un 5.4% la cantidad de alumnos que siente un grado de ansiedad media, aumentando un 7.3% la cantidad de alumnos que siente poca ansiedad ante este tipo de tareas cuando son presentadas como un juego. Finalmente, la ansiedad debida a la asistencia a cursos de matemáticas se desplaza hacia valores más extremos, siendo que los estudiantes que manifiestan ansiedad *media* son un 5.4% menos mientras que aquellos que dicen nada o bastante ansiedad aumentan entre un 2 y un 4%. No obstante, esta variable permanece bastante centrada y en valores bajos en términos absolutos, ya que aproximadamente un 50% de los estudiantes aseguran sentir poca o ninguna ansiedad al asistir a cursos de matemáticas. Puede concluirse que existe una mejora en cuanto a la evolución de la ansiedad matemática de estos maestros en formación, y que la experiencia implementada ha servido para reducir - en mayor o menor grado - la ansiedad ante las tareas matemáticas y, sobre todo, ante la evaluación. Estos cambios no son drásticos, pero sí, lo suficientemente significativos como para considerar que la ludificación de tareas y la gamificación de la

evaluación son procedimientos innovadores que dejan un impacto positivo en la formación de futuros maestros.

4.2 Habilidades y conocimiento didáctico-matemático

Los estudiantes fueron preguntados por su autopercepción en cuanto al desarrollo de determinados elementos vinculados al conocimiento didáctico-matemático. Así, más de un 40% de los estudiantes percibieron como muy motivadora la experiencia y más de un 90% de los estudiantes juzgaron la experiencia como algo o muy motivadora (ver Tabla 3).

Tabla 3 – Grado de mejora percibida en habilidades y conocimientos didáctico-matemáticos, todos los datos son porcentuales.

	Tareas grupales	Mejora en aprendizaje	Mejora competencial	Mejora en la motivación
Nada	1.9	4.4	6.1	7.1
Poco	5.7	13.3	12.3	7.1
Medio	19.2	28.3	28.1	30.6
Bastante	28.4	28.3	27.2	24.7
Mucho	44.8	25.7	26.3	30.6

Fuente: elaboración propia.

Al preguntar por el grado de desarrollo de la competencia matemática (en término de desarrollo de estrategias, lenguaje matemático, uso de herramientas y similares), aproximadamente un 60% de los estudiantes considera este tipo de experiencias como bastante o muy adecuadas. Un porcentaje similar de estudiantes juzga que este tipo de metodologías puede servir para el aprendizaje de determinados conceptos matemáticos.

En cuanto a los resultados obtenidos como consecuencia de la ampliación de la herramienta sMARS para contemplar ciertos aspectos adicionales, se evidenció que: (i) Provocan menor ansiedad los juegos matemáticos grupales que individuales: un 88% de las mujeres puntúan como ninguna-poca-media la ansiedad en juegos grupales, frente a un 76% de los hombres. (ii) Provocan menor ansiedad los juegos contextualizados que los descontextualizados: un 100% de las mujeres puntúan como ninguna-poca-media la ansiedad en juegos grupales, frente a un 95% de los hombres. (iii) Provocan menor ansiedad los juegos manipulativos que los puramente abstractos: un 92% de las mujeres puntúan como ninguna-poca-media la ansiedad en juegos grupales, frente a un 85% de los hombres. (iv) Finalmente, en torno a un 90% de los estudiantes juzgan que este tipo de experiencias son algo o muy adecuadas para el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo.

4.3 Evolución de la motivación: el canal de *Flow*

Durante el desarrollo de las sesiones gamificadas, se solicitó a los estudiantes que indicasen su estado mental en una carta de *Flow* - anexo 1. Así, los estudiantes tenían que indicar el estado mental en el que se encontraban como función del tiempo de trabajo. Dicho estado mental (promediado para grupo de trabajo y con los mimbres descritos en el apartado 3.2) se presenta en la Figura 6a, donde cada símbolo corresponde a cada grupo de alumnos (recordemos, de cuatro a seis miembros). Cada símbolo aparece un total de cinco veces, porque su estado mental se *midió* cinco veces durante la experiencia (ver anexo 1). Se puede apreciar como una mayoría de estudiantes inicia en un estado de ansiedad medio o bajo (preocupación/apatía) y que, a término de la experiencia, la mayoría de los estudiantes pasan a estar en estados de armonía (*Flow*) o control. Se hace notar que, durante la experiencia, el estado de *Flow* se tradujo a los estudiantes como *armonía*.

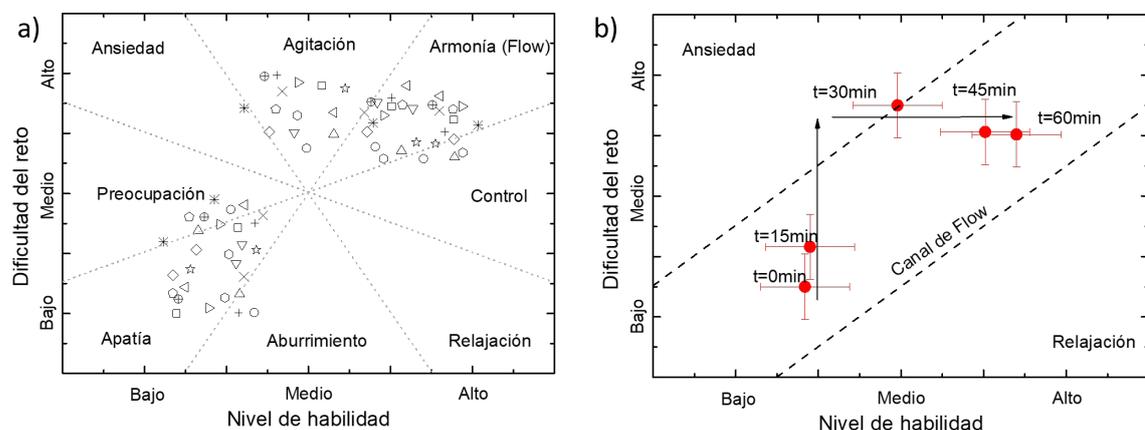


Figura 6 – (a) Cambios en el estado emocional promedio de cada grupo de participantes (cada símbolo corresponde con un grupo de trabajo) (b) Evolución del estado mental de los participantes en el estudio - en el marco de la teoría del *Flow* - en el marco de la experiencia realizada (5ª sesión gamificada)
Fuente: elaboración propia.

El estado emocional *por unidad de tiempo* se promedió para todos los estudiantes, dando como resultado la evolución emocional en función del tiempo, mostrada en la Figura 6b. En dicha figura puede apreciarse una evolución emocional idéntica a la prevista por el modelo de Csíkszentmihályi. En la Figura 6b se observa que - en promedio - los estudiantes participantes se encontraban inicialmente en un estado de apatía o preocupación y que, conforme la experiencia se desarrollaba, el flujo emocional promedio pasaba a un estado de excitación o *Flow* (lo que es coherente con el modelo de canal de *Flow* expuesto en la Figura 2b). Recordamos que la *emocionalidad promedio* se ha medido a intervalos de 15 minutos (en t=0, 15, 30, 45 y 60). En la Figura 6b se puede observar el ritmo de evolución de este canal de *Flow*, ya que toma a los estudiantes, aproximadamente 30 minutos abandonar los estados de preocupación y ansiedad para alcanzar estados de excitación o control que permitan llegar al

verdadero *estado de Flow*. También se aprecia que toma unos 45 minutos alcanzar un estado cercano al *estado de Flow* y que el estado emocional varía poco a partir de ese momento.

4.4 Resultados de aprendizaje y conocimiento didáctico-matemático

Para simplificar el análisis, en este apartado atendemos únicamente a las calificaciones obtenidas por los estudiantes durante las prácticas gamificadas (en este caso, consideramos el conjunto de las catorce sesiones) y comparamos su rendimiento con las mismas prácticas realizadas en los años anteriores. Los resultados correspondientes se resumen en la Tabla 4.

Tabla 4 – Calificaciones obtenidas por los grupos de trabajo en las prácticas gamificadas (año académico 2021-22) frente a los obtenidos en esta misma práctica sin usar estrategias de aprendizaje basado en juegos

Calificación	Año académico			
	2021-22	2020-21	2019-2020	2018-19
Suspense	17%	15%	28%	14%
Aprobado	34%	30%	26%	33%
Notable	16%	24%	33%	33%
Sobresaliente	33%	31%	13%	20%

Fuente: elaborada por el autor.

Analizando la Tabla 4, puede observarse que el rendimiento obtenido - en términos de la calificación de los grupos participantes - está en la línea de los resultados obtenidos en cursos anteriores (con la salvedad de la anomalía del año académico 2019-20 que fue afectado por la pandemia de COVID-19). Por tanto, es sencillo concluir que la dificultad de la práctica no ha sido modificada por el hecho de introducir elementos de gamificación educativa. En cambio, el componente motivacional (que ha sido analizado anteriormente) muestra una evolución positiva ante este tipo de prácticas.

Puede deducirse que utilizar correctamente este tipo de metodologías no supone menoscabo de los contenidos ni de los procesos a trabajar, pero que, en cambio, promueve una relación más sana con la tarea a desarrollar. En relación al grado de desarrollo de las competencias didáctico-matemáticas involucradas, y utilizando el marco presentado en la bibliografía (Piñero Charlo, 2022), podemos concluir lo siguiente:

- Respecto del dominio procedural: La dimensión *desarrollo de estrategias* tiene un grado de desarrollo equivalente, independientemente del uso de metodologías de gamificación. Por otro lado, la dimensión de *uso de herramientas* también tiene un grado de desarrollo similar en casos con/sin gamificación.

- Respecto del dominio del conocimiento: Las dimensiones correspondientes al uso de lenguaje, razonamiento y modelado matemático presentan una evolución similar en los casos con/sin gamificación.
- Respecto del dominio didáctico: Se aprecia una evolución diferencial positiva en las dimensiones de *ajuste al contexto*, *conectividad* e *identificación/gestión de dificultades*. La dimensión *gestión del aula* presenta un desarrollo similar en los casos con/sin gamificación.
- Respecto del dominio afectivo: Esta es la dimensión en la que se aprecia un mayor grado de mejora respecto de las experiencias sin gamificar.

Podemos concluir que el uso de metodologías gamificadas promueve ciertas habilidades relativas a la conexión de conocimientos intra y extramatemáticos. Es decir, que es una metodología que no solo desarrolla el conocimiento matemático si no que permite su trabajo desde una perspectiva interdisciplinaria. Además, agiliza la gestión de dificultades al naturalizar el error como parte del juego. Finalmente, dichos errores tienen un peso anímico mucho menor; lo que se traduce en una menor ansiedad matemática.

5 Conclusiones

A la vista del análisis de los resultados presentados en este estudio, podemos concluir que la pregunta inicialmente planteada (¿pueden los juegos matemáticos articular una experiencia motivadora y óptima tanto emocional como curricularmente?) ha sido respondida positiva y satisfactoriamente. A este respecto, analizamos la consecución de los objetivos planteados:

- O1 – Analizar la evolución del grado de ansiedad matemática de una población de maestros en formación: ¿qué grado de ansiedad muestran?
- O2 – Tratar la ansiedad matemática de los participantes mediante metodologías de gamificación educativa: ¿se reduce la ansiedad matemática?, ¿en qué grado?

Los participantes que conforman el caso bajo estudio mostraban un grado de ansiedad matemática inicial alto o muy alto (Figura 5). Durante el transcurso de las distintas experiencias gamificadas, se evidencia una reducción parcial en algunos de los elementos que constituyen la ansiedad matemática. Particularmente, se reduce la ansiedad global mostrada ante tareas de evaluación en aproximadamente un 10%. La ansiedad relacionada con la asistencia/ desarrollo de un curso de matemáticas y con las tareas matemáticas, muestran de partida una baja

intensidad que, además, disminuye aún más con el paso de las experiencias.

- O3 – Analizar el rendimiento curricular de metodologías de gamificación educativas aplicadas durante un largo periodo de tiempo: ¿contribuye al aprendizaje?

De acuerdo con los datos facilitados en la Tabla 4, no se aprecian cambios significativos en el rendimiento de la población estudiada. Es decir, que las experiencias gamificadas no contribuyeron de forma decisiva a mejorar los resultados académicos. De acuerdo con el marco utilizado para analizar el desarrollo de competencias didáctico-matemáticas, únicamente se encontró una mejora señalable en el dominio afectivo. Por otro lado, se evidencia una mejora marginal en las competencias didácticas relacionadas con la habilidad para contextualizar el conocimiento matemático y para realizar conexiones entre distintos ámbitos del conocimiento lógico-matemático.

- O4 – Hacer un seguimiento del estado emocional de los maestros en formación mientras experimentan situaciones-problema gamificadas: ¿mejora el nivel de habilidad como consecuencia del tipo de experiencia planteada?

Los datos presentados en la Figura 6 muestran la evolución del estado emocional en función del tiempo. En dicha figura puede observarse que el estado emocional inicial es, mayoritariamente, de preocupación y apatía. En la misma Figura 6, puede observarse que el estado emocional final es, mayoritariamente, de armonía o control. Como la dificultad del desafío permanece constante, la única razón para ese cambio emocional radica en un incremento de la habilidad del sujeto participante. Es decir: el estudiante percibe que está aprendiendo a medida que trabaja en el problema. Este aprendizaje autopercebido está en buen acuerdo con los datos de rendimiento académico presentados en la Tabla 4.

Por otro lado, hemos podido comprobar el buen encaje del experimento propuesto con las teorías marco utilizadas para el diseño. En particular, observamos un buen encaje con el modelo del *Flow* y con la teoría de los ciclos de re-contextualización del conocimiento; ya que el estudio ha evidenciado que este tipo de metodologías promueve el uso del conocimiento matemático en contexto y su integración con el resto de disciplinas. Por otro lado, como perspectiva de futuro y vía de investigación en el corto plazo, consideramos que este tipo de experiencias deben diseñarse con una clara visión de género; a fin de tratar el sesgo que aquí hemos evidenciado.

Finalmente, es de señalar el buen encaje de los resultados obtenidos con otros estudios previos que tratan la ansiedad y el *flow* en procesos de aprendizaje usando gamificación (Coffland, 2022). Estos estudios son escasos y, aunque los resultados son positivos, la escasa bibliografía existente hace necesaria un mayor volumen de datos y estudios al respecto antes de

llegar a resultados verdaderamente concluyentes. Además, los resultados obtenidos en este estudio refuerzan la necesidad de realizar investigaciones de este tipo con perspectiva de género.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido cofinanciada por el programa estatal de excelencia mediante el proyecto “Cognición Matemática y Metodología de Cálculo Abierto Basado en Números en el 3er ciclo de Educación Primaria”; con el código ID2019-105584GB-I00. Participan también en la financiación del estudio los proyectos de Innovación y Mejora docente del Plan Propio de la Universidad de Cádiz “Gamificación y utilización de APPs Educativas con Metodología ABN” (bajo el código sol-202200230225-tra) y “Evaluación mediante gamificación educativa” (bajo el código sol-202200229091-tra).

Referencias

- ARTIGUE, M. Ingenierie didactique. **Recherches en didactique des mathématiques**, Grenoble, v. 9, n. 3, p. 281-308, 1989.
- ASHCRAFT, M. H.; KIRK, E. P. The relationships among working memory, math anxiety, and performance. **Journal of Experimental Psychology: General**, Washington, v. 130, n. 2, p. 224-237, 2001.
- AZCÁRATE GODED, P. **El conocimiento profesional didáctico-matemático**. Cádiz: Servicio de publicaciones de la Universidad de Cádiz, 2001.
- BASHIR, T. H. Dangerous liaison: Academics' attitude towards open learning in higher education. **Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning**, Milton Keynes, v. 13, n. 1, p. 43-45, 1998.
- BROUSSEAU, G. Los diferentes roles del maestro. En: PARRA, C.; SAIZ, I. (ed.). **Didáctica de matemáticas: aportes y reflexiones**. Buenos Aires. Barcelona. México: Paidós Educador, 1997. p. 65-94.
- CANTO LÓPEZ, M. del C. *et al.* Description of Main Innovative and Alternative Methodologies for Mathematical Learning of Written Algorithms in Primary Education. **Frontiers in Psychology**, Lausanne, v. 13, [s.n.], p. 913536, Jul. 2022. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2022.913536/full>. Acceso en: 2 feb. 2024.
- CARMONA, E.; CARDEÑOSO, J. M. Situaciones basadas en juegos de mesa para atender la elaboración del conocimiento matemático escolar. **Épsilon**, Sevilla, [s.v.], n. 101, p. 57-81, 2019. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/328838595.pdf>. Acceso en: 2 feb. 2024.
- COFFLAND, D.; HUFF, T. Stats Kwon Do: a Case Study in Instructional Design, Multimedia and Gamification of Instruction. **TechTrends**, Cham, v. 66, n. 6, p. 945-956, 2022.

CSIKSZENTMIHALYI, M. **Flow: The Psychology of Optimal Experience**. New York: Harper Perennial, 1990.

CSIKSZENTMIHALYI, M. **Finding Flow: The Psychology of Engagement with Everyday Life**. New York: Harper Collins Publishers, 1997.

DOWKER, A.; SARKAR, A.; LOOI, C. Y. Mathematics anxiety: What have we learned in 60 years? **Frontiers in Psychology**, Lausana, v. 7, [s.n], p. 508, 2016.

EDEN, C.; HEINE, A.; JACOBS, A. M. Mathematics Anxiety and Its Development in the Course of Formal Schooling - A Review. **Psychology**, Irvine, v. 4, n. 6, p. 27-35, 2013.

EUROPEAN PARLIAMENT. The European Parliament and the Council of the European Union. **962 EC**, of 18 December 2006. Recommendation on Key Competences for Lifelong Learning. Estrasburgo: European Parliament, 2006. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32006H0962>. Acceso en: 2 feb. 2024.

FERNANDEZ-ABASCAL, E.; JIMENEZ, M. P.; MARTIN, M. D. **Emoción y motivación: La adaptación humana**. Madrid: Ramón Areces, 2003.

FERNÁNDEZ-CÉZAR, R. *et al.* Beliefs and anxiety towards mathematics: A comparative study between teachers of Colombia and Spain. **Bolema**, Rio Claro, v. 64, n. 68, p. 1174-1205, dez. 2020.

GARCÍA GONZÁLEZ, M. S.; SIERRA, G. M. The history of a teacher's relief of his mathematics anxiety: the case of Diego. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 103, n. 3, p. 273-291, mar. 2020.

GUNDERMANN, H. El método de los estudios de caso. En: TARRÈS, M. L. (coord.). **Observar, escuchar y comprender sobre la tradición cualitativa en la investigación social**. Ciudad de México: Colegio de México, 2004. p. 251-288. Disponible en: https://biblioteca.colson.edu.mx/e-docs/RED/Observar_escuchar_y_comprender_63-131.pdf. Acceso en: 2 feb. 2024.

HUIZINGA, J. **Homo ludens**. Madrid: Alianza Editorial, 1972.

INSTITUTO NACIONAL DE EVALUACIÓN EDUCATIVA. **TEDS-M Estudio internacional sobre la formación inicial en matemáticas de los Maestros. Informe español. Volumen II. Análisis secundario**. Madrid: Secretaría de Estado de Educación. 2013. Disponible en: <https://www.educacionyfp.gob.es/dctm/inee/internacional/teds-m-vol2-linea.pdf?documentId=0901e72b8171f9cf>. Acceso en: 17 feb. 2024.

NÚÑEZ-PEÑA, M. I. *et al.* A Spanish version of the short Mathematics Anxiety Rating Scale (sMARS). **Learning and Individual Differences**, Amsterdam, v. 24, [s.n], p. 204-210, 2013.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **Pisa 2018 Results**. Paris: OECD, 2019a. (Vol. 1).

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **Pisa 2018 Results**. Paris: OECD, 2019b. (Vol. 2).

PIÑERO CHARLO, J. C. Análisis sistemático del uso de salas de escape educativas: estado del arte y perspectivas de futuro. **Espacios**, Caracas, v. 40, n. 44, p. 9, 2019. Disponible en: <http://www.revistaespacios.com/a19v40n44/19404409.html>.

PIÑERO CHARLO, J. C. Modelando los diferentes roles del docente en la educación matemática moderna. **Espacios**, Caracas, v. 41, n. 30, p. 301-317, 2020a. Disponible en:

<https://www.revistaespacios.com/a20v41n30/2041305.html>.

PIÑERO CHARLO, J. C. Educational Escape Rooms as a Tool for Horizontal Mathematization: Learning Process Evidence. **Education Sciences**, Basilea, v. 10, n. 9, p. 213, 2020b. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2227-7102/10/9/213>

PIÑERO CHARLO, J. C.; ORTEGA GARCÍA, P.; ROMÁN GARCÍA, S. Formative Potential of the Development and Assessment of an Educational Escape Room Designed to Integrate Music-Mathematical Knowledge. **Education Sciences**, Basilea, v. 11, n. 3, p. 131, 2021. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2227-7102/11/3/131>

PIÑERO CHARLO, J. C. et al. Influence of the Algorithmization Process on the Mathematical Competence: A Case Study of Trainee Teachers Assessing ABN- and CBC-Instructed Schoolchildren by Gamification. **Mathematics**, Basilea, v. 10, n. 16, p. 3021, 22 ago. 2022. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2227-7390/10/16/3021>

POLYA, G. **How To Solve It**. Princeton: Princeton University Press, 1945.

RICHARDSON, F. C.; SUINN, R. M. The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric data. **Journal of Counseling Psychology**, Washington, v. 19, n. 6, p. 551-554, 1972.

ROWNTREE, D. **Teaching through self-instruction**: How to develop open learning materials. New York: Routledge, 1990.

SOTO RAMÍREZ, E. R.; ESCRIBANO HERVIS, E. El método estudio de caso y su significado en la investigación educativa. En: ARZOLA FRANCO, D. M. (ed.). **Procesos formativos en la investigación educativa**. Diálogos, reflexiones, convergencias y divergencias. Chihuahua: Red de investigadores educativos, 2019. p. 203-221.

TATTO, M. Teacher Education Development Study-Mathematics (TEDS-M). En: LERMAN, S. (ed.). **Encyclopedia of Mathematics Education**. Cham: Springer International Publishing, 2020. p. 828-834.

TORRANO MONTALVO, F.; GONZÁLEZ TORRES, M. del C. El aprendizaje autorregulado presente y futuro de la investigación. **Revista electrónica de investigación psicoeducativa**, Almería, v. 2, n. 1, p. 1-34, 2004.

VANBINST, K.; BELLON, E.; DOWKER, A. Mathematics Anxiety: An Intergenerational Approach. **Frontiers in Psychology**, Lausana, v. 11, [s.n.], p.1648, Jul. 2020.

VELDKAMP, A. *et al.* Escape boxes: Bringing escape room experience into the classroom. **British Journal of Educational Technology**, London, v. 51, n. 4, p. 1220-1239, Jul. 2020.

**Submetido em 10 de Novembro de 2022.
Aprovado em 26 de Setembro de 2023.**