



La enseñanza de contenidos científicos mediante una metodología basada en *escape room*

Teaching Scientific Content through a Methodology Based on Escape Room

Félix Yllana-Prieto, David González-Gómez, Jin Su Jeong
*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas.
Facultad de Formación del Profesorado, Universidad de Extremadura (España)*
feyllanap@unex.es, dggomez@unex.es, jin@unex.es

RESUMEN • El aprendizaje de contenidos científicos puede generar cierto desinterés en el estudiantado. El empleo de metodologías docentes apropiadas y no desatender la dimensión afectiva pueden ayudar a revertir esta situación. En este estudio se presenta un *escape room* diseñado con el objeto de trabajar contenidos científicos con docentes en formación. Para comprobar su influencia en las dimensiones afectiva y cognitiva, se han analizado emociones, autoeficacia y actitudes, así como el aprendizaje de las y los participantes antes y después de la intervención en un estudio llevado a cabo durante dos cursos académicos. Los resultados muestran un incremento en las emociones positivas, autoeficacia y actitudes, así como en el aprendizaje de las y los participantes después de la intervención. A la luz de estos resultados, esta intervención tiene efectos positivos en las dimensiones afectiva y cognitiva.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de las ciencias; Gamificación; *Escape room*; Docentes en formación.

ABSTRACT • Learning scientific contents can generate some lack of interest among students. The use of appropriate teaching methodologies and paying attention to the affective dimension can help to reverse this situation. This study presents an escape room designed for trainee teachers to work on scientific contents. To check its influence on the affective and cognitive dimensions, emotions, self-efficacy, and attitudes were analyzed, as well as the participants' performance before and after the intervention in a study carried out over two academic years. The results show an increase in the participants' positive emotions, self-efficacy, attitudes, and performance after the intervention. Considering these results, this intervention has positive effects on both the affective and the cognitive dimensions.

KEYWORDS: Science education; Gamification; Escape room; Trainee teachers.

Recepción: enero 2023 • Aceptación: junio 2023 • Publicación: noviembre 2023

INTRODUCCIÓN

El creciente desinterés hacia el aprendizaje de contenidos científicos es una de las principales causas de preocupación dentro del ámbito de la enseñanza de las ciencias (Miller et al., 2018). Este desinterés por las disciplinas científicas, como señalan Vázquez y Manassero (2011), comienza a presentarse a una edad temprana, que desencadena en el estudiantado una imagen negativa hacia la ciencia. Posteriormente, esto se refleja en una disminución en la elección de carreras científico-técnicas. Entre las diferentes causas que pueden explicar este desinterés, cabe destacar aquellas generadas como consecuencia del uso de metodologías docentes poco apropiadas y tradicionalmente empleadas para la enseñanza de contenidos científicos (Hugerat, 2016). En concreto, la enseñanza de las ciencias se ha centrado, fundamentalmente, en el aprendizaje de contenidos teóricos, lo que, sumado a la mayor complejidad que pueden presentar estos contenidos, ha provocado el rechazo de una gran cantidad de estudiantes hacia las disciplinas científicas (Tobin, 2010). Por otro lado, según Tracey (2002), el interés hacia la ciencia disminuye a medida que aumenta la edad del alumnado, con lo que se alcanza un interés mínimo a los dieciocho años, que es cuando el alumnado debe elegir una carrera académica universitaria, en el caso de no haber elegido previamente una carrera de formación profesional. Otro de los factores que influyen en el interés del estudiantado hacia la ciencia es el itinerario o modalidad de estudios en la trayectoria escolar. Cabe destacar que la mayoría de las maestras y maestros en formación acceden a la universidad cursando modalidades no científicas, por lo que no tienen ninguna vocación científica y muestran poca simpatía por estas disciplinas, además de sentirse incapaces para su enseñanza (González-Gómez et al., 2018). Ante este desafío, es importante tener en cuenta las motivaciones del estudiantado y generar interés por las disciplinas científicas desde edades tempranas, ya que estas preferencias persisten hasta la edad adulta (Jack y Lin, 2017). Así, metodologías docentes apropiadas, como las estrategias de aprendizaje activo, ayudan a incrementar el interés del estudiantado, especialmente en disciplinas científicas (Hernández-Serrano y Muñoz-Rodríguez, 2020).

Teniendo en cuenta lo anteriormente indicado, es esencial actuar desde las primeras etapas educativas. Respecto a las estrategias docentes que se pueden emplear para la enseñanza de contenidos científicos, ha quedado demostrado que las metodologías docentes en las que exista una mayor implicación del alumnado se muestran más efectivas que los enfoques alejados de la vida cotidiana, utilizados tradicionalmente para la enseñanza de las ciencias (Lombardi et al., 2021). En este sentido, es imprescindible que las y los docentes cuenten con una adecuada formación en ciencias, ya que estos serán los encargados de transmitir al estudiantado el interés por las disciplinas científicas (Fernández et al., 2002). Cabe destacar que, tradicionalmente, la mayoría del profesorado en formación proviene de itinerarios preuniversitarios no científicos, concretamente de modalidades como Humanidades, Ciencias Sociales o Arte. El alumnado con este perfil suele mostrar cierto rechazo o apatía hacia los contenidos científicos (Pronovost et al., 2016) y, por este motivo, el fomento del interés por la ciencia es esencial cuando se trata de docentes en formación (González-Gómez et al., 2018). Debido a la importancia de la formación científica en futuros docentes, este trabajo se centra en explorar el modo de fomentar el interés y el correcto aprendizaje de contenidos científicos en una muestra de docentes en formación.

El interés que muestra el estudiantado hacia la ciencia está influenciado por la dimensión afectiva que se genera durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de estos contenidos (Anzelin et al., 2020). Por ello, y de acuerdo con Dávila et al. (2016), es necesario formar a docentes que estén capacitados para afrontar el proceso de enseñanza y aprendizaje no solo desde el punto de vista cognitivo, sino también desde el punto de vista emocional, ya que, a lo largo de su recorrido académico, va a generar emociones hacia las ciencias, que serán positivas o negativas según perciba éxitos o fracasos. Por tanto, es fundamental tener en cuenta esta dimensión afectiva en la formación inicial de docentes, donde la generación de emociones positivas conlleva que se sientan competentes y capacitados para la enseñanza

de las ciencias, ya que de ellas y ellos depende generar interés por las ciencias a generaciones futuras (Jeong et al., 2019a). En esta línea, Kazempour (2014) señala que comprender las experiencias negativas y las dificultades con las ciencias de las maestras y maestros en formación permite entender mejor su baja autoeficacia y su actitud negativa hacia la enseñanza de las ciencias. Diferentes estudios (Aydogan et al., 2015; Solbes, 2011) señalan que el rechazo emocional del estudiantado es una de las principales causas de su fracaso en asignaturas científicas, debido a que muchos sienten emociones negativas, como miedo, nerviosismo o preocupación. Durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, las emociones, tanto en el estudiantado en general como en las futuras figuras docentes en particular, juegan un papel fundamental para el razonamiento, es decir, ayudan a escoger la opción más apropiada en un determinado momento (Otero, 2006). Además, las emociones en la educación están ligadas estrechamente al aprendizaje, es decir, existe una influencia recíproca entre la dimensión afectiva y la cognitiva (Eldar y Niv, 2015).

Las emociones durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de docentes en formación influyen, a su vez, en otros componentes de esta dimensión afectiva, como son la autoeficacia, las actitudes y el propio aprendizaje de contenidos. El concepto de autoeficacia está estrechamente relacionado con las emociones en la educación y es clave en el desarrollo de las maestras y maestros en formación (Kazempour, 2014). Según Bandura (2009), la autoeficacia es la percepción subjetiva que tiene una persona sobre su nivel de competencia para ejecutar una determinada tarea o lograr ciertos resultados en el futuro, es decir, la creencia que tiene la propia persona de lo que puede o no puede hacer. Es importante considerar la autoeficacia durante la enseñanza de las ciencias, ya que esta se ha relacionado con la motivación, el rendimiento y el interés del alumnado (Brown et al., 2008; Jeong et al., 2019b). Otra de las principales causas de este desinterés puede deberse a actitudes negativas hacia la ciencia por parte del estudiantado (Osborne y Dillon, 2008). Así, facilitar actitudes positivas hacia las ciencias podría ser especialmente beneficioso para las y los docentes en formación, para que se sientan cualificados, interesados y competentes durante la futura enseñanza de asignaturas científicas (Jeong et al., 2019a). Con relación a los factores de la dimensión afectiva mencionados, Pekrun et al. (2011) observan que las emociones positivas que siente el estudiantado se relacionan positivamente con la autoeficacia, las actitudes y el aprendizaje. Del mismo modo, estas correlaciones se revierten en las emociones negativas.

La forma de transmitir e impartir determinados contenidos tiene importantes efectos en el desarrollo de la dimensión afectiva del alumnado (Hugerat, 2016). Por lo tanto, es fundamental emplear una metodología de instrucción que pueda favorecer el desarrollo de emociones positivas, así como mayores índices de autoeficacia y actitudes, ya que podría resultar beneficioso en el aprendizaje de contenidos científicos. Lombardi et al. (2021) indican que las metodologías activas, esto es, los métodos de instrucción que involucran al estudiante en el proceso de aprendizaje, pueden promover el rendimiento académico, el pensamiento crítico y las emociones positivas del estudiantado, especialmente hacia la ciencia.

En este sentido, la gamificación es una metodología docente que utiliza elementos y técnicas propias de los juegos con el fin de lograr una situación de aprendizaje en contextos no lúdicos (Deterding et al., 2011). Es común establecer sistemas de recompensas cuando se aplica esta metodología porque es importante que quien participa se sienta reconocido (Nicholson, 2015). Aquí, es necesario encontrar la forma correcta de motivar al alumnado, ya sea por motivación intrínseca (inherente a la persona, pues realiza un trabajo por su propio bien o interés) o por motivación extrínseca (externa a la persona, ya que lo realiza por una recompensa) (Prieto, 2020). La gamificación permite fomentar tanto la motivación extrínseca como la intrínseca, ambas importantes para conseguir resultados de aprendizaje (Apóstol et al., 2013). El sistema de recompensas no es incompatible con el aprendizaje significativo, ya que diseñar una actividad gamificadora en la que el estudiantado participa activamente puede conllevar resultados académicos y actitudinales positivos (Villalustre y del Moral, 2015). Algunos estudios señalan que la incorporación de metodologías y herramientas gamificadoras propicia una serie de beneficios en las dimensiones afectiva y cognitiva del estudiantado respecto a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias

(Mullins y Sabherwal, 2020; Yllana-Prieto et al., 2021). Una de las herramientas más novedosas relacionadas con la gamificación es el *escape room* educativo. Este tipo de herramientas adaptadas y utilizadas para la enseñanza de determinados contenidos está en auge y su uso se ha disparado en los últimos años (Avargil et al., 2021). Sin embargo, solo existen algunos estudios que apoyen con resultados significativos su eficacia en las dimensiones afectiva y cognitiva en comparación con todos los trabajos disponibles en la bibliografía. En concreto, los *escape rooms* son juegos de acción en vivo donde las jugadoras y jugadores descubren pistas, resuelven acertijos y realizan tareas en una o más habitaciones con el fin de alcanzar una meta específica en una cantidad limitada de tiempo que les permitirá salir de la habitación (Nicholson, 2015). Aplicados en un ámbito educativo, los *escape rooms* pueden reforzar el aprendizaje de los contenidos, así como la motivación y las emociones (Gómez-Urquiza et al., 2019).

OBJETIVO, PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN E HIPÓTESIS

Este trabajo se marca como objetivo la evaluación y el análisis de la influencia que puede ejercer sobre las dimensiones afectiva y cognitiva del aprendizaje la implementación de un *escape room* diseñado para trabajar contenidos científicos con docentes en formación. El estudio se ha desarrollado durante dos cursos consecutivos en una asignatura de ciencias del grado de Educación Primaria. Teniendo en cuenta este objetivo, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué influencia tiene la propuesta metodológica diseñada para trabajar contenidos científicos en los niveles afectivo y cognitivo de las maestras y maestros en formación que participan? Para evaluar la dimensión afectiva se analizan las variables «emociones» y «autoeficacia y actitudes» del estudiantado. De acuerdo con diversos estudios (Susskind, 2005; Malinen et al., 2012), el análisis de las variables «autoeficacia» y «actitudes» se ha llevado a cabo en conjunto debido a la estrecha relación que existe entre estas variables, en ocasiones unificada como una única variable analizada mediante un solo cuestionario. Para evaluar la dimensión cognitiva se analiza la variable «aprendizaje de los contenidos».

Así, se han formulado tres hipótesis con el objetivo de responder a la pregunta de investigación planteada, cada una en relación con las diferentes variables citadas en el objetivo principal del trabajo:

- Hipótesis 1: Con la implementación de la intervención propuesta en este estudio las maestras y maestros en formación experimentan emociones positivas con mayor intensidad y emociones negativas con menor intensidad hacia la intervención.
- Hipótesis 2: Con la implementación de la intervención propuesta en este estudio las maestras y maestros en formación muestran una autoeficacia mayor y actitudes más positivas hacia la ciencia.
- Hipótesis 3: Con la implementación de la intervención propuesta en este estudio las maestras y maestros en formación obtienen mejores calificaciones en pruebas objetivas sobre los contenidos teóricos tratados.

METODOLOGÍA

Con el fin de evaluar la influencia de la intervención diseñada sobre las variables de estudio, en una muestra de docentes en formación se han analizado las respuestas obtenidas por medio de un cuestionario, antes y después de la intervención. Para ello se han comparado los datos recabados durante dos cursos académicos consecutivos mediante un enfoque metodológico cuantitativo.

Muestra de estudio y contextualización

Este estudio se ha desarrollado durante dos cursos académicos consecutivos con estudiantes del grado de Educación Primaria de la Universidad de Extremadura. Concretamente, en este estudio han participado un total de 120 docentes en formación, 65 en el curso 2020-2021 y 55 en el curso 2021-2022.

Así, la edad media de las y los participantes del estudio se situó en torno a los 20 años. Por otro lado, con relación al género, la muestra se distribuye en 78 mujeres (65 %) y 42 hombres (35 %). Con respecto a la formación preuniversitaria de las y los participantes, cabe destacar que la mayoría cursó bachillerato en su etapa preuniversitaria (solo 4 estudiantes del total cursaron formación profesional). Asimismo, más de la mitad de las personas participantes, concretamente el 55 % de la muestra, estudió una modalidad de bachillerato no científica (Humanidades, Ciencias Sociales o Artes) y el 45 % restante estudió un bachillerato científico-técnico (modalidades de Ciencias o Tecnología). La muestra tiene una calificación media de acceso a la universidad de 8,8 sobre un total de 14 puntos posibles.

El estudio descrito en este trabajo se desarrolló en el marco de la asignatura obligatoria denominada Didáctica de la Materia y la Energía, que, con un total de 6 créditos (150 horas), se imparte en el cuarto semestre del grado de Educación Primaria. Esta asignatura tiene como principal objetivo proporcionar al estudiantado diferentes estrategias metodológicas para trabajar los contenidos científicos en el aula de primaria. De manera específica, en la asignatura se trabaja el universo, la materia y su transformación y la energía.

Para este estudio, se ha diseñado e implementado una intervención encuadrada en los contenidos relativos al universo. Según la programación de la asignatura, los contenidos que se imparten durante este tema son: el universo y su tamaño, conceptos generales, el origen y evolución del universo, las diferentes estructuras fundamentales del universo, el sistema solar y el diseño de actividades para el aula de Educación Primaria.

Diseño de la intervención implementada

La propuesta metodológica planteada consiste en un *escape room* diseñado para trabajar los contenidos relativos al universo, que forman parte del programa de la materia donde se ha implementado. Este *escape room* se plantea como una intervención innovadora y original, y se realizó durante una sesión de laboratorio de 3 horas de duración. Se planteó como una actividad de refuerzo, ya que todos los contenidos que se incluyeron en la intervención fueron trabajados en una clase teórica con anterioridad a su realización por medio de una presentación de diapositivas durante el segundo tema de la asignatura. Durante la intervención, las y los participantes tuvieron que resolver los diferentes retos para desbloquear una serie de cofres cerrados con candados.

La intervención propuesta sigue un modelo lineal y consta de 6 retos que deben ser resueltos en orden para finalizar la intervención, tal y como se muestra en la figura 1. Cada reto fue diseñado con una dificultad creciente a medida que se avanzaba durante la actividad y teniendo en cuenta el nivel de conocimientos trabajados previamente en clase.

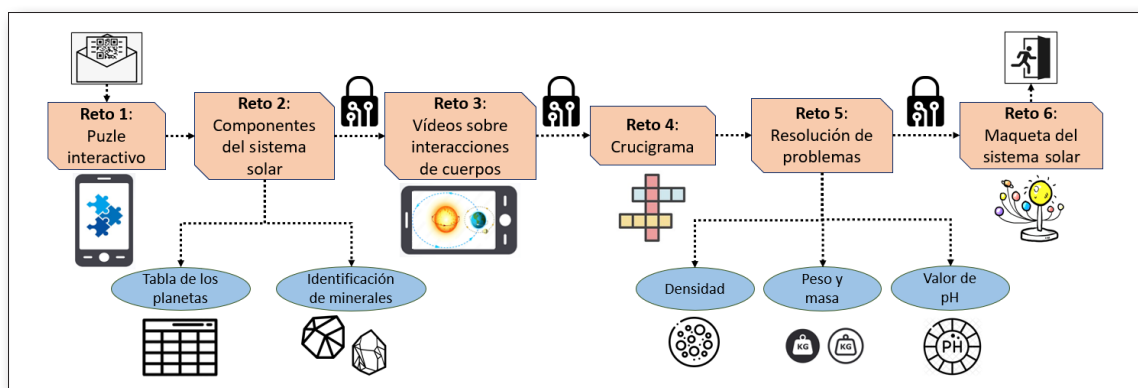


Fig. 1. Esquema de la intervención propuesta.

Antes de comenzar los diferentes retos, las y los estudiantes deben leer una carta que les escribe Stephen Hawking. En esta misiva, Hawking indica que está molesto por la falta de conocimientos que tiene la juventud sobre el universo que les rodea, y les propone la misión de resolver un conjunto de retos a través de la apertura de diferentes cofres para escapar del aula. Así, para abrir el primer cofre, el grupo de participantes necesita resolver los dos primeros retos. En el primero de ellos, el estudiantado deberá resolver una prueba tipo puzle interactivo *online* relativa a la posición del sistema Sol-Tierra-Luna en un eclipse lunar. Tras proporcionar la respuesta correcta al profesor, el grupo tiene acceso a la siguiente prueba. La segunda prueba consiste en un doble reto. Primero, la identificación del mineral cuarzo a partir de su definición entre nueve muestras de minerales comunes en la corteza terrestre (cada muestra asociada a un número del 1 al 9). En la segunda se lleva a cabo la búsqueda de información sobre el orden, el perímetro, la composición y los satélites de los diferentes planetas que componen el sistema solar. Los participantes deben rellenar una tabla con algunos huecos marcados en rojo, con los que formarán una operación matemática que les proporciona un número. Este número, junto al obtenido en el reto de identificación, les permite hallar la combinación del candado que abre el primer cofre. Para localizar la llave que abre el siguiente cofre, las y los estudiantes tienen que resolver el tercer reto, que consiste en la visualización de tres vídeos relativos a las estaciones, la fuerza de la marea y los distintos tipos de eclipse. Cada vídeo contiene una pregunta que permite deducir la clave de un candado digital. Cada candado digital proporciona fragmentos de un enlace que conduce a un mensaje de audio en el que la voz de Stephen Hawking menciona que la llave del candado está debajo de la mesa donde está trabajando cada pareja. Finalmente, para abrir el último cofre, el estudiantado debe completar el cuarto y quinto reto. En la cuarta prueba se debe resolver un crucigrama sobre definiciones generales relativas a cuerpos y elementos del sistema solar (tales como asteroides, planetas, satélites, nebulosas, estrellas y galaxias) y movimientos de la Tierra (como la nutación y la precesión). Algunas de las cuadrículas del crucigrama están marcadas, y con las letras en el interior de estas cuadrículas se puede formar un número. En el quinto reto, el grupo de estudiantes realizó diversos cálculos de masa, peso y densidad sobre los planetas Tierra, Marte, Saturno y Urano, así como la medición experimental del pH de sustancias cotidianas en el planeta Tierra. El correcto cálculo de estos ejercicios los lleva a obtener un número que, junto al obtenido en la cuarta prueba, abre el último candado. La sexta y última prueba consiste en elaborar una maqueta sencilla del sistema solar con materiales que encuentran en el último cofre (bolas de poliespán de distinto tamaño, alfileres, pequeñas piedras, y una lámina de corcho). De este modo se resuelve la misión propuesta por Stephen Hawking, tras el chequeo de la correcta realización de la maqueta por parte del personal docente a cargo de la actividad.

Instrumento

Con el objeto de analizar el efecto que ejerce la intervención diseñada en las variables de investigación propuestas en este estudio, se ha empleado como instrumento un cuestionario multisección.

Después de impartir todos los contenidos en clase de teoría y antes de realizar la intervención, informando a las y los participantes del carácter voluntario y anónimo de su participación, las maestras y maestros en formación cumplimentaron el cuestionario sobre las variables de estudio (pretest). De acuerdo con investigaciones previas (Martínez-Martí et al., 2010; Yllana-Prieto et al., 2021), quince días después de la intervención el grupo de participantes completó de nuevo el cuestionario (postest) para observar posibles cambios en los parámetros de las variables de estudio. El cuestionario también incluyó variables sociodemográficas como el género, la edad, el tipo de acceso a la universidad, el itinerario en la etapa preuniversitaria y la calificación de acceso a la universidad. Asimismo, se pidió que cada estudiante identificase su cuestionario con un código alfanumérico, que permitió realizar un estudio pareado de las variables. Todo el alumnado dio su consentimiento informado de acuerdo con lo establecido por el comité de bioética de la Universidad de Extremadura.

De manera precisa, en la primera sección del instrumento se preguntó al estudiantado sobre la intensidad con la que sentían diferentes emociones respecto a la intervención. En concreto, se valoraban 14 emociones, de las cuales 7 son emociones positivas (alegría, satisfacción, entusiasmo, diversión, confianza, esperanza y orgullo) y 7 emociones negativas (incertidumbre, nerviosismo, preocupación, frustración, aburrimiento, miedo y ansiedad) mediante una escala tipo Likert del 1 a 5 (intensidad de cada emoción sentida de 1 –nada– a 5 –mucho o intensamente–). Este cuestionario fue usado por otros autores (Jeong et al., 2016). En la segunda sección del cuestionario se analizó la autoeficacia y las actitudes hacia las ciencias que mostraban las maestras y maestros en formación. Se compone de 28 afirmaciones (ítems del 1 al 7 correspondientes a la autoeficacia, ítems del 8 al 28 correspondientes a las actitudes) en las cuales el estudiantado debe indicar si está de acuerdo o en desacuerdo mediante una escala Likert del 1 a 5 (grado de conformidad con cada afirmación de 1 –totalmente en desacuerdo– a 5 –totalmente de acuerdo–). Estas 28 afirmaciones han sido adaptadas a partir del instrumento sobre la eficacia de los profesores de ciencias (STEBI-B) validado por estudios como el de Slater et al. (2021). Por último, la tercera sección del cuestionario evaluó el aprendizaje de los contenidos teóricos. Para ello, esta sección se compone de un total de 20 cuestiones con cuatro posibles respuestas cada una. Esta sección ha sido diseñada por los autores de este estudio a partir de los contenidos específicos trabajados y de ítems empleados en otras investigaciones (Gazit et al., 2005; Yllana-Prieto et al., 2021). Posteriormente, las preguntas fueron revisadas por varios expertos en el campo de la didáctica de las ciencias experimentales.

Aunque cada una de las secciones del cuestionario ha tenido sus respectivos procesos de validación, se han calculado los coeficientes alfa de Cronbach y omega de McDonald para verificar la fiabilidad del instrumento en su conjunto.

Análisis de los datos

En primer lugar, se han estimado los coeficientes de fiabilidad del instrumento empleado. Concretamente se han calculado los coeficientes alfa de Cronbach y omega de McDonald para comprobar la consistencia interna del cuestionario. Los resultados obtenidos de este análisis se expresan en la tabla 1. Estos coeficientes tienen valores comprendidos entre 0 y 1, siendo 0,7 el valor mínimo para que el cuestionario se considere fiable (Ravinder y Saraswathi, 2020). En este caso, puede observarse que ambos coeficientes superan este valor en cada una de las secciones; por lo tanto, se considera un cuestionario fiable.

Tabla 1.
Coeficientes alfa de Cronbach y omega de McDonald

<i>Instrumento</i>	<i>Alfa de Cronbach</i>	<i>Omega de McDonald</i>
Emociones	0,836	0,861
Autoeficacia y actitudes	0,884	0,901
Aprendizaje	0,787	0,782

De manera previa al análisis cuantitativo de los resultados, se ha llevado a cabo una prueba de contraste para establecer si los datos obtenidos estaban normalmente distribuidos. Concretamente, tras aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov se observa que los datos no se ajustan a una distribución normal ($p < 0,05$) y, en consecuencia, se han empleado pruebas no paramétricas para analizar las variables de estudio. Con el objeto de comparar las medias apareadas de cada estudiante antes y después de la intervención, se ha aplicado la prueba de rangos de Wilcoxon a cada grupo de variables de estudio. Para comparar los datos en función del curso académico se ha calculado la prueba U de Mann-

Whitney. Los datos se han analizado tanto en conjunto como por cada curso académico. Los diferentes análisis estadísticos mencionados se han calculado por medio del software Jamovi (versión 2.3.18).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con objeto de establecer la influencia que tuvo el empleo de la intervención diseñada en el aprendizaje de contenidos científicos en docentes en formación, se ha analizado tanto la dimensión afectiva como la cognitiva del aprendizaje antes y después de la intervención. Para ello, se han medido las emociones sentidas hacia la intervención, la autoeficacia y las actitudes hacia la ciencia, así como el aprendizaje de los contenidos teóricos antes y después de la intervención.

Influencia del *escape room* en las emociones

La figura 2 muestra la comparación de las emociones y la autoeficacia y las actitudes de las maestras y maestros en formación antes y después de implementar la intervención propuesta. Para resumir y tener una visión general del cambio en las emociones, y en la autoeficacia y las actitudes que han experimentado las y los docentes en formación después de realizar la intervención, se han analizado los ítems significativos de cada variable de manera conjunta. Esto puede hacerse debido a que los coeficientes de fiabilidad calculados son altos en cada una de estas partes del instrumento usado. Se ha creado una variable llamada «Emoción global» calculada según $E_g = \sum E_p - \sum E_n$. Por otro lado, también se ha creado una variable denominada «Autoeficacia y actitudes global» calculada como la suma de los ítems relativos a estas variables que proporcionaron diferencias significativas $AA_g = \sum I_{sig}$. Atendiendo a estas ecuaciones, los valores mínimos y máximos que pueden alcanzar estas variables son de -24 a 24 en «Emoción global» y de 10 a 50 en «Autoeficacia y actitudes global». Se han comparado las medias de estas variables antes y después de la intervención. Se observa en ambas variables un incremento significativamente positivo tras aplicar la prueba U de Mann-Whitney (valores en la variable Emoción global: $U = 5971, p = 0,02$; valores en la variable Autoeficacia y actitudes global: $U = 4946, p < 0,001$). En concreto, la media y mediana de la variable Emoción global son 9,36 y 11, respectivamente, antes de la intervención, y aumentan a 11,4 y 13 después de la intervención. Respecto a la variable Autoeficacia y actitudes global, la media y la mediana son 35,19 y 35 antes de la intervención, y aumentan a 38,5 y 38 después de la intervención.

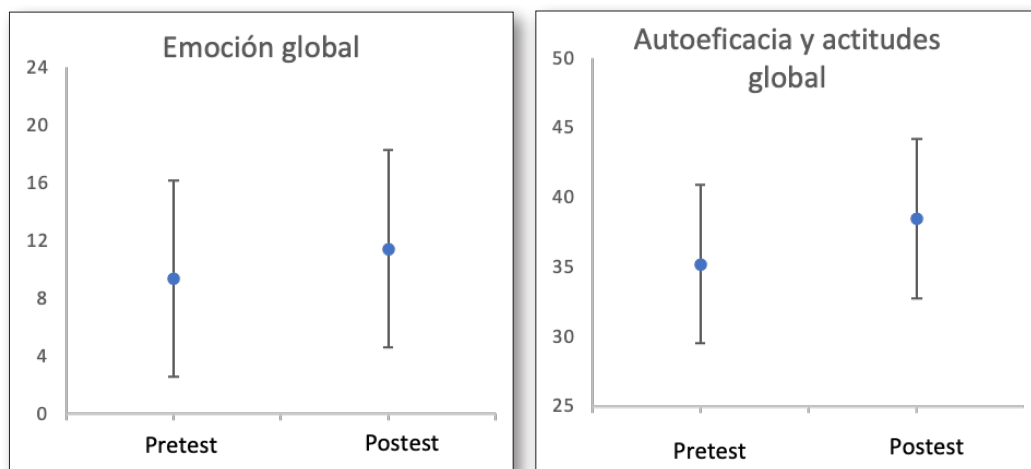


Fig. 2. Análisis global de las emociones y la autoeficacia y actitudes. Representación de las medias (punto) y las desviaciones estándar (línea vertical) de cada variable antes y después de la intervención.

Con el objeto de comprobar qué emociones han evolucionado significativamente se han comparado las medias para cada una de las emociones antes y después de la intervención. Se ha observado la existencia de diferencias estadísticamente significativas en todas las emociones analizadas, excepto en la esperanza y la preocupación. En la figura 3 se muestran los valores medios entre las emociones positivas y negativas con diferencias significativas ($p < 0,05$ tras hacer la prueba W de Wilcoxon) antes y después de implementar la intervención.

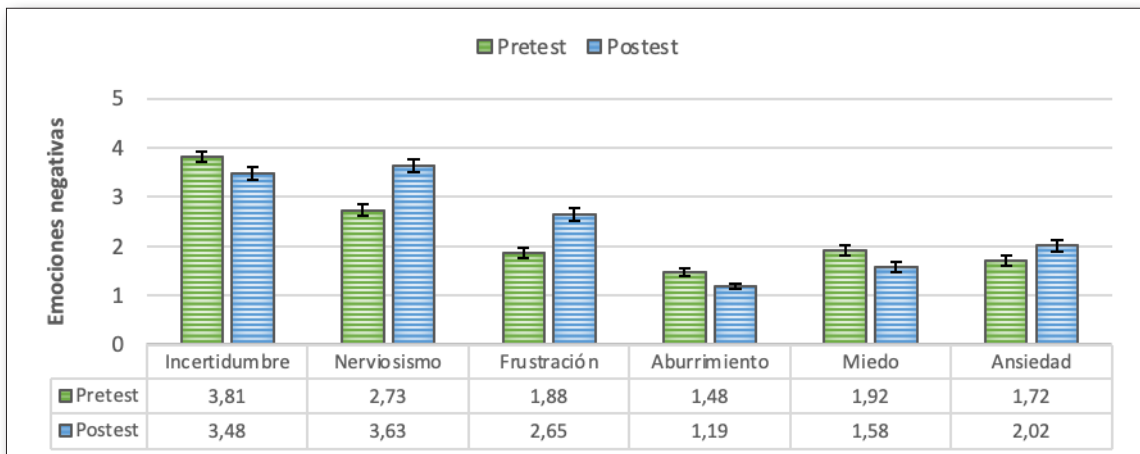
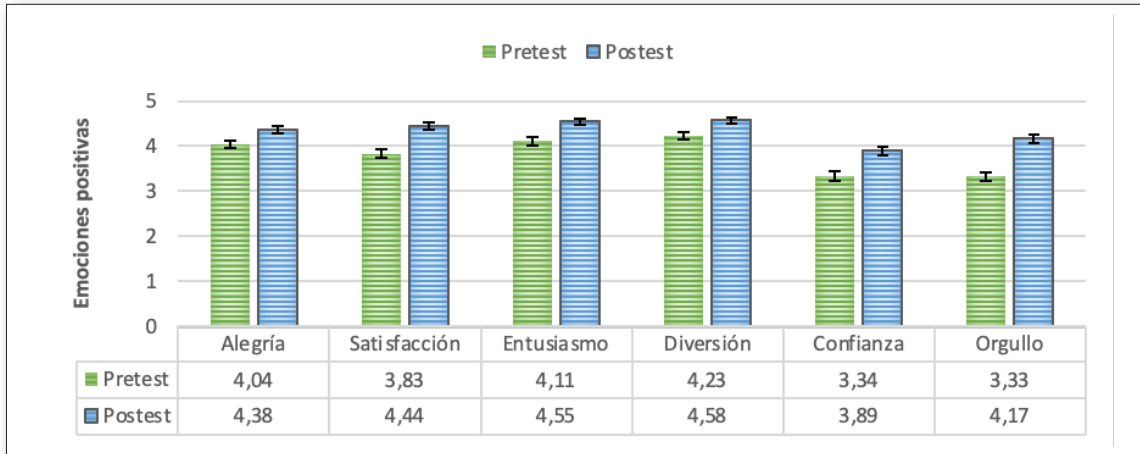


Fig. 3. Diferencia de medias significativas en las emociones positivas y negativas antes y después de la intervención.

Como puede apreciarse, se observa un incremento significativo en las emociones positivas tras realizar la intervención propuesta (alegría: $W = 539$, satisfacción $W = 555$, entusiasmo: $W = 340$, diversión: $W = 561$, confianza: $W = 857$, orgullo: $W = 561$; en todas $p < 0,001$). Con relación a las emociones negativas, se observa una disminución significativa de la intensidad con la que las maestras y maestros en formación sienten incertidumbre ($W = 1853$; $p = 0,02$), aburrimiento ($W = 553$; $p < 0,001$) y miedo ($W = 1052$; $p = 0,002$) después de la implementación de la intervención. A su vez, se aprecia un incremento significativo del nerviosismo ($W = 676$; $p < 0,001$), la frustración ($W = 666$; $p < 0,001$) y la ansiedad ($W = 561$; $p = 0,012$).

De acuerdo con los resultados obtenidos respecto a las diferencias en las emociones presentadas por el grupo de docentes en formación, se observan similitudes con otros estudios. Se muestra un incremento significativo de las emociones positivas analizadas después de que el alumnado completara la intervención propuesta. Estos resultados están en la línea de otros estudios en los que se implementan *escape rooms* educativos para trabajar contenidos científicos (Yllana-Prieto et al., 2021; Sánchez-Ruiz et al., 2022). Como apunta Fernández et al., (2002) el fomento de emociones positivas de las y los docentes en formación hacia contenidos de ciencias es esencial debido a que, posteriormente, estas maestras y maestros pueden transferir sus intereses y emociones a su alumnado. Respecto a las emociones negativas, se observa un descenso significativo de la incertidumbre, el aburrimiento y el miedo, pero un incremento en el nerviosismo, la frustración y la ansiedad después de implementar el *escape room*. Según diversos autores (Clauson et al., 2019; Schlegel et al., 2019; Reed y Ferdig, 2021), cuando se realiza un *escape room* es importante ser consciente de que pueden aparecer algunas emociones como la frustración, el nerviosismo o cambios en la ansiedad, pero esto es normal, ya que estas son habituales en este tipo de juegos, y sin ellas estas actividades perderían su componente lúdico. La frustración puede aparecer por diversos motivos, por ejemplo, por la dificultad de algún reto, el tiempo empleado en resolverlo o la falta de conocimientos por parte del participante. Es aquí donde el rol de la profesora o el profesor es clave para ayudar y guiar al estudiantado en su camino a resolver las pruebas más dificultosas (Nicholson, 2015).

Influencia del *escape room* en la autoeficacia y actitudes hacia la ciencia

Al igual que en investigaciones previas (Bergman y Morphew, 2015; Flores, 2015), se han analizado los ítems del instrumento usado para medir la autoeficacia y las actitudes de manera conjunta. De acuerdo con estos resultados (figura 2), existe un incremento estadísticamente significativo global de la autoeficacia y actitudes en las y los participantes después de completar el *escape room*. Además, se han observado diferencias significativas en 10 ítems individuales analizados tras aplicar la prueba de rangos de Wilcoxon. Enumerados del 1 al 28, los ítems con medias estadísticamente significativas antes y después de la intervención se definen en la tabla 2.

Tabla 2.

Definición de los ítems sobre autoeficacia y actitudes con diferencias estadísticamente significativas (estadístico W de Wilcoxon y *p-valor* especificado). AE: Autoeficacia, AC: Actitudes.

Ítem	<i>p-valor</i>	W de Wilcoxon	Definición
1 (AE)	< 0,001	411	Entiendo los conceptos científicos lo suficientemente bien para enseñar ciencias en los niveles educativos más bajos.
2 (AE)	< 0,001	340	Normalmente seré capaz de responder a las preguntas del alumnado sobre la ciencia.
9 (AC)	0,002	494	Es importante saber de ciencia para conseguir un buen trabajo.
10 (AC)	< 0,001	552	Conozco los pasos necesarios para enseñar de forma efectiva los conceptos científicos.
11 (AC)	0,014	745	Me gustan los retos que suponen las actividades científicas.
12 (AC)	0,035	828	Estoy cómodo/a en clase de ciencias.
22 (AC)	< 0,001	220	Estoy interesado/a en la gamificación como metodología didáctica.
24 (AC)	0,019	338	Estoy interesado/a en realizar un <i>escape room</i> sobre el universo.
26 (AC)	< 0,001	264	Prefiero un <i>escape room</i> a una sesión tradicional de laboratorio para dar contenidos científicos.
28 (AC)	< 0,001	496	Resolver problemas físicos o matemáticos me divierte.

Los resultados recabados mediante el pretest y el postest muestran un incremento significativo en estos 10 ítems (figura 4), lo que evidencia que las maestras y maestros en formación mostraron una autoeficacia más alta en los ítems 1 y 2, mejores actitudes hacia la ciencia en los ítems 9-12 y 28, y mejores actitudes hacia la metodología implementada en los ítems 22, 24 y 26 después de realizar la intervención propuesta. Estos cambios, sumados al incremento global, son suficientes para afirmar que existe una mejora suficiente de la autoeficacia y las actitudes del estudiantado (Flores, 2015). Como ha sido descrito en la literatura científica, fomentar una alta autoeficacia y mantener actitudes positivas hacia la ciencia está asociado a un mayor rendimiento y motivación en los contenidos que se tratan (Brown et al., 2008; Jeong et al., 2019b). A su vez, el *escape room* como metodología activa de enseñanza puede conducir al incremento de la autoeficacia y las actitudes de las y los participantes (Glavas y Stascik, 2017; Yllana-Prieto et al., 2021), lo cual es especialmente útil en asignaturas del ámbito científico-tecnológico.

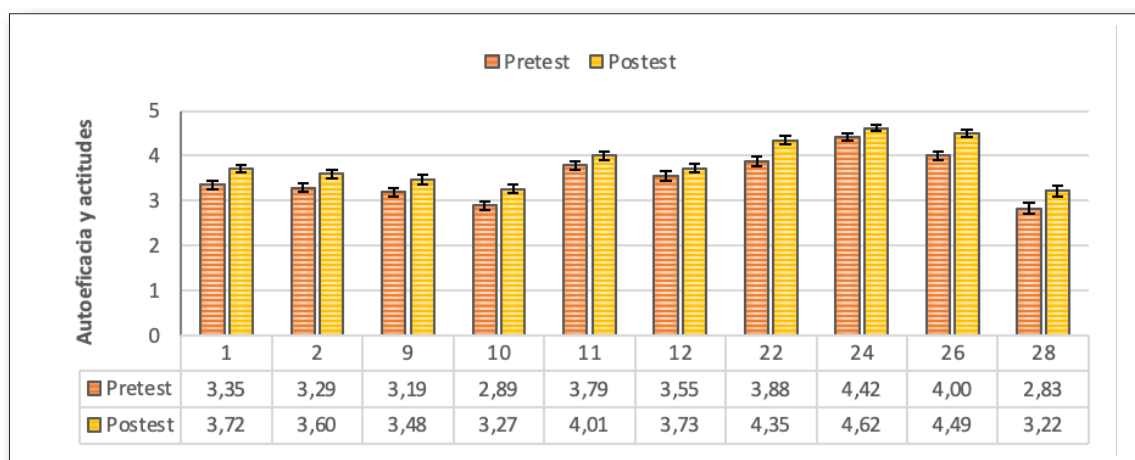


Fig. 4. Diferencias de medias significativas en los ítems de autoeficacia y actitudes hacia la ciencia antes y después de la intervención.

Influencia del *escape room* en el aprendizaje de los contenidos teóricos

Para evaluar el aprendizaje de las y los docentes en formación respecto a los contenidos teóricos del tema tratado en la intervención propuesta, se elaboró un cuestionario de 20 preguntas tipo test multirrespuesta para establecer una calificación del 1 al 10. Este cuestionario fue contestado por las y los estudiantes antes y después de la intervención. Los resultados hallados mediante la prueba de rangos de Wilcoxon muestran que la calificación media se incrementa significativamente ($W = 257$; $p < 0,001$) en 2,35 puntos después de la intervención (media del postest de 7,81) respecto a la media que obtuvieron antes (media del pretest de 5,46). Este análisis indica que existe un aumento en las calificaciones de las maestras y maestros en formación después de realizar la intervención propuesta. Según Yildirim y Şen (2019), la gamificación como estrategia docente tiene múltiples beneficios para el estudiantado, lo que se traduce en un mayor rendimiento académico. Concretamente, existen estudios recientes (Kuo et al., 2022; von Kotzebue et al., 2022) que indican el incremento del aprendizaje académico de contenidos científicos impartidos mediante un *escape room* educativo. Esto es especialmente importante porque el objetivo principal de toda metodología docente es propiciar un mejor aprendizaje para el alumnado (Miller et al., 2020).

Influencia de la modalidad de bachillerato cursada

Con el objeto de completar el análisis estadístico, se ha evaluado la posible influencia del bachillerato cursado con respecto a las variables estudiadas. Se han detectado diferencias significativas destacables al comparar las medias de algunas emociones y el aprendizaje respecto a los distintos itinerarios de bachillerato cursados por las y los estudiantes en su etapa preuniversitaria.

Respecto a emociones negativas como nerviosismo y miedo, se observa que, antes de realizar la intervención, las y los estudiantes que provienen de un itinerario no científico (Humanidades, Ciencias Sociales o Arte) experimentan estas emociones con más intensidad que las y los procedentes de los itinerarios de Ciencia y Tecnología. En concreto, el valor de la mediana respecto al nerviosismo antes de realizar la intervención es 3 para docentes en formación que proceden de itinerario no científico, 2 para quienes proceden del itinerario científico y 1,5 para quienes proceden del itinerario tecnológico. Asimismo, el miedo antes de realizar la intervención del estudiantado que proviene de un itinerario no científico es superior (mediana de 2) respecto a quienes cursaron las modalidades de Ciencia y Tecnología (ambos con mediana de 1). Se observa que hay una mayor dispersión de los datos respecto al nerviosismo que en el miedo, donde los datos presentan una menor diversidad de respuestas. En concreto, existe una mayor dispersión en las especialidades de Humanidades, Ciencias Sociales o Arte y Ciencias que en la especialidad de Tecnología. Esta información se ha sintetizado en la figura 5.

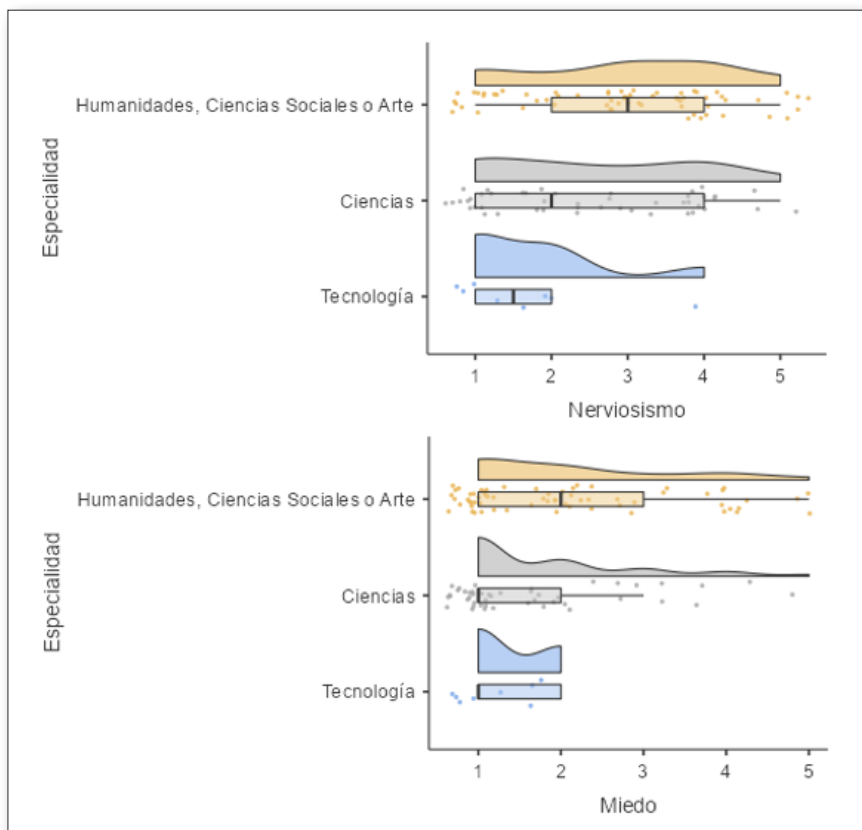


Fig. 5. Valores de la mediana de las emociones nerviosismo y miedo respecto al itinerario estudiado antes de la intervención. En cada especialidad, la forma de arriba indica la distribución de las respuestas (cuanto más gruesa menor dispersión de los datos). La barra de abajo es un diagrama de caja con la mediana señalada como una línea vertical (los puntos que aparecen son respuestas aisladas).

Cabe señalar que, después de realizar la intervención, se observa que el estudiantado que proviene de un itinerario de Humanidades, Ciencias Sociales o Arte (valor de la mediana de 3) terminó la sesión sintiendo frustración con mayor intensidad que quienes procedían del itinerario de Ciencias y Tecnología, ambos con un valor de la mediana igual a 2. De nuevo se observa que hay una mayor dispersión de los datos en las especialidades de Humanidades, Ciencias Sociales o Arte, y algo menor en Ciencias que en la especialidad de Tecnología (figura 6). Según distintos autores, estas diferencias respecto a la intensidad con la que el estudiantado siente emociones negativas hacia la ciencia pueden deberse a su bajo nivel de formación científica y su abandono de itinerarios científicos en educación secundaria (Pronovost et al., 2016; González-Gómez et al., 2018).

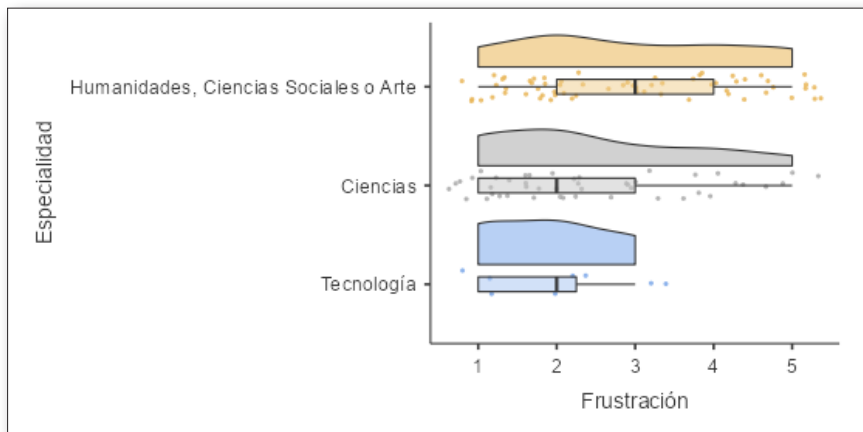


Fig. 6. Valores de la mediana de la frustración respecto al itinerario estudiado después de la intervención. En cada especialidad, la forma de arriba indica la distribución de las respuestas (cuanto más gruesa menor dispersión de los datos). La barra de abajo es un diagrama de caja con la mediana señalada como una línea vertical (los puntos que aparecen son respuestas aisladas).

Respecto al dominio cognitivo del aprendizaje se observa que, antes de la intervención, las y los participantes que provienen de un itinerario no científico obtuvieron una calificación inferior a las y los procedentes del itinerario científico. Sin embargo, tras realizar la intervención, las calificaciones del estudiantado proveniente de itinerarios no científicos son superiores, por lo que no existen grandes diferencias entre los grupos. Así, la intervención demuestra ser eficaz en la consolidación de conocimientos acerca del temario tratado, de modo que se incrementa la calificación media en más de 2 puntos. Además, parece ser más eficaz con el estudiantado procedente de la modalidad no científica, puesto que la diferencia de calificación entre el pretest y el postest es mayor que en las otras modalidades. Atendiendo a la dispersión de los datos, existe variabilidad en las calificaciones obtenidas por el estudiantado; no obstante, los datos se concentran en valores en torno al 5 en el pretest y el 8 en el postest (figura 7). Los resultados obtenidos respecto al mayor incremento en el aprendizaje de la muestra procedente de los itinerarios de Humanidades, Ciencias Sociales y Arte es especialmente importante debido a que la mayoría de la muestra y el estudiantado que cursa el grado de Educación Primaria procede de una de estas modalidades. En otros estudios también se observan efectos más acentuados en estudiantes que provienen de un itinerario no científico respecto a emociones y calificaciones teóricas (Yllana-Prieto et al., 2021). Esto puede deberse a que este estudiantado tiene un margen de mejora mayor, ya que parten de estadios inferiores con respecto al estudiantado proveniente de la modalidad científica, pero alcanzan estadios similares. Estos resultados muestran la efectividad de la intervención implementada, puesto que las maestras y maestros en formación, independientemente de sus estudios preuniversitarios, consiguen alcanzar una calificación similar.

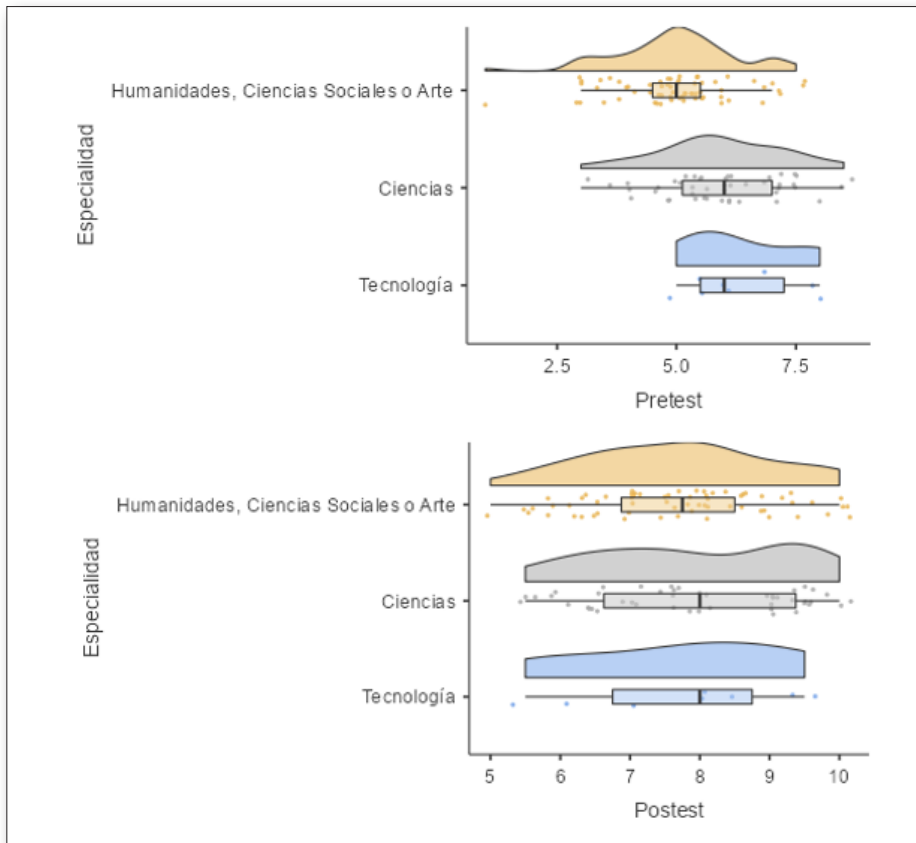


Fig. 7. Valores de la mediana del aprendizaje respecto al itinerario estudiado en bachillerato. En cada especialidad, la forma de arriba indica la distribución de las respuestas (cuanto más gruesa menor dispersión de los datos). La barra de abajo es un diagrama de caja con la mediana señalada como una línea vertical (los puntos que aparecen son respuestas aisladas).

CONCLUSIONES

Tras el análisis de las emociones, tanto positivas como negativas, se acepta la hipótesis 1. El balance global de emociones es significativamente más positivo después de que el grupo de docentes en formación completase el *escape room*. Las emociones positivas aumentan después de realizar la intervención; sin embargo, no todas las emociones negativas disminuyen en intensidad e incluso algunas como el nerviosismo, la frustración y la ansiedad aumentan.

Respecto al análisis de la autoeficacia y las actitudes, se ha observado un incremento global significativo después de haber finalizado el *escape room*. Además, se aprecian diferencias estadísticamente significativas en 10 de los ítems individualmente. Teniendo en cuenta estos resultados, el incremento global de la autoeficacia y actitudes es suficiente para que se acepte la hipótesis 2.

El análisis de los resultados obtenidos en la prueba de contenidos teóricos conduce a aceptar la hipótesis 3, puesto que existe un aumento en las calificaciones de las maestras y maestros en formación después de realizar la intervención propuesta.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la intervención diseñada repercute en la dimensión afectiva de docentes en formación. En concreto, incrementa las emociones positivas y, en parte, el sentimiento de autoeficacia y mejora en las actitudes hacia la ciencia después de realizar la implementación. Respecto a las emociones negativas, se observa que algunas disminuyen (incertidumbre, aburrimiento, miedo) y

otras aumentan (nerviosismo, frustración y ansiedad). Con relación a la dimensión cognitiva, el *escape room* ejerce un efecto positivo en los resultados académicos de las maestras y maestros en formación, de modo que mejora notablemente la calificación obtenida en un cuestionario de contenidos teóricos. Estos resultados se mantienen durante dos cursos académicos consecutivos, por lo que se puede concluir que la intervención diseñada para impartir contenidos científicos es eficaz y beneficiosa para las dimensiones afectiva y cognitiva de docentes en formación. Además, existen diferencias en algunas variables teniendo en cuenta la modalidad de bachillerato cursada por el estudiantado en su etapa preuniversitaria. La intervención parece ser más eficaz respecto a los contenidos teóricos con el estudiantado procedente de la modalidad no científica, hecho que es crucial porque la mayoría del estudiantado que cursa el grado de Educación Primaria procede de una modalidad no científica. Asimismo, existen mayores valores de emociones negativas como el nerviosismo, el miedo y la frustración en el estudiantado procedente de una modalidad no científica respecto a los que cursaron una modalidad científica.

Como propuestas de mejora que conciernen a esta investigación se propone reducir la duración del *escape room*, puesto que 3 horas pueden resultar tediosas para el alumnado participante; así se evitaría el incremento de alguna de las emociones negativas, además de darse un aumento mayor de la autoeficacia y las actitudes. También se estima necesario explorar más instrumentos para medir la autoeficacia y las actitudes que puedan dar más información al respecto, incluso separando estas variables en dos cuestionarios. Se propone añadir cuestiones acerca de qué aspectos concretos de la intervención generan emociones negativas, para indagar en sus causas y posibles soluciones. Por último, se propone analizar cualitativamente la intervención diseñada para aportar más información respecto al uso de *escape rooms* educativos como herramientas didácticas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren mostrar su agradecimiento a la Consejería de Economía y Agenda Digital de la Junta de Extremadura (España) y FEDER (Proyectos IB18004 y GR21047) y al Ministerio de Ciencia e Innovación, Proyecto de Investigación (PID2020-115214RBI00/AEI /10.13039/501100011033) por hacer posible esta investigación.

REFERENCIAS

- Anzelin, I., Marín-Gutiérrez, A. y Chocontá, J. (2020). Relación entre la emoción y los procesos de enseñanza aprendizaje. *Sophia*, 16(1), 48-64.
<https://doi.org/10.18634/sophiaj.16v.1i.1007>
- Apostol, S., Zaharescu, L. y Alexe, I. (2013). Gamification of learning and educational games. En *International Scientific Conference eLearning and Software for Education* (Vol. 2, pp. 67-72).
- Avargil, S., Shwartz, G. y Zemel, Y. (2021). Educational Escape Room: Break Dalton's Code and Escape! *Journal of Chemical Education*, 98(7), 2313-2322.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00110>
- Aydogan, H., Bozkurt, F. y Coskun, H. (2015). An assessment of brain electrical activities of students toward teacher's specific emotions. *International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*, 9, 1977-2000.
- Bandura, A. (2009). Cultivate self-efficacy for personal and organizational effectiveness. En *Handbook of Principles of Organizational Behavior* (pp. 179-200).
<https://doi.org/10.1002/9781119206422.ch10>

- Bergman, D. J. y Morphey, J. (2015). Effects of a science content course on elementary preservice teachers' self-efficacy of teaching science. *Journal of College Science Teaching*, 44(3), 73-81.
<https://www.jstor.org/stable/43631942>
- Brown, S. D., Tramayne, S., Hoxha, D., Telander, K., Fan, X. y Lent, R.W. (2008). Social cognitive predictors of college students' academic performance and persistence: a meta-analytic path analysis. *Journal of Vocational Behaviour*, 72(3), 298-308.
<https://doi.org/10.1016/j.jvb.2007.09.003>
- Clauson, A., Hahn, L., Frame, T., Hagan, A., Bynum, L. A., Thompson, M. E. y Kiningham, K. (2019). An innovative escape room activity to assess student readiness for advanced pharmacy practice experiences (APPEs). *Currents in Pharmacy Teaching and Learning*, 11(7), 723-728.
<https://doi.org/10.1016/j.cptl.2019.03.011>
- Dávila, M. A., Cañada-Cañada, F., Martín, J. y Mellado, V. (2016). Las emociones en el aprendizaje de física y química en educación secundaria. Causas relacionadas con el estudiante. *Educación química*, 27(3), 217-225.
<https://doi.org/10.1016/j.eq.2016.04.001>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. y Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining «gamification». *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, 9-15.
<https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Eldar, E. y Niv, Y. (2015). Interaction between emotional state and learning underlies mood instability. *Nature Communications*, 6, 6149. <https://doi.org/10.1038/ncomms7149>
- Fernández I., Gil D., Carrascosa J., Cachapuz A. y Praia J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 20(3), 477-488.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3962>
- Flores, I. M. (2015). Developing Preservice Teachers' Self-Efficacy through Field-Based Science Teaching Practice with Elementary Students. *Research in Higher Education Journal*, 27.
- Gazit, E., Yair, Y. y Chen, D. (2005). Emerging conceptual understanding of complex astronomical phenomena by using a virtual solar system. *Journal of Science Education and Technology*, 14(5), 459-470.
<https://doi.org/10.1007/s10956-005-0221-3>
- Glavas, A. y Stascik, A. (2017). Enhancing positive attitude towards mathematics through introducing Escape Room games. En *Mathematics education as a science and a profession* (pp. 281-293).
- Gómez-Urquiza, J. L., Gómez-Salgado, J., Albendín-García, L., Correa-Rodríguez, M., González-Jiménez, E. y Cañadas-De la Fuente, G. A. (2019). The impact on nursing students' opinions and motivation of using a «Nursing Escape Room» as a teaching game: a descriptive study. *Nurse education today*, 72, 73-76.
<https://doi.org/10.1016/j.nedt.2018.10.018>
- González-Gómez, D., Jeong, J. S., Gallego-Picó, A. y Cañada-Cañada, F. (2018). Influencia de la metodología flipped en las emociones sentidas por estudiantes del Grado de Educación Primaria en clases de ciencias dependiendo del bachillerato cursado. *Educación Química*, 29, 77-88.
<https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63698>
- Hernández-Serrano, M. J. y Muñoz-Rodríguez, J. M. (2020). Interés por las disciplinas STEM y metodologías para su enseñanza. Percepción de estudiantes de educación secundaria y docentes en formación. *Educar*, 56(2), 369-386.
<https://doi.org/10.5565/rev/educar.1065>

- Hugerat, M. (2016). How teaching science using project-based learning strategies affects the classroom learning environment. *Learning Environments Research*, 19(3), 383-395.
<https://doi.org/10.1007/s10984-016-9212-y>
- Jack, B. M. y Lin, H. S. (2017). Making learning interesting and its application to the science classroom. *Studies in Science Education*, 53(2), 137-164. <https://doi.org/10.1080/03057267.2017.1305543>
- Jeong, J. S., González-Gómez, D. y Cañada-Cañada, F. (2016). Students' perceptions and emotions toward learning in a flipped general science classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 25(5), 747-758.
<https://doi.org/10.1007/s10956-016-9630-8>
- Jeong, J. S., González-Gómez, D., Gallego-Picó, A. y Bravo, J. C. (2019a). Effects of active learning methodologies on the students' emotions, self-efficacy beliefs and learning outcomes in a science distance learning course. *Journal of Technology and Science Education*, 9(2), 217-227.
<http://dx.doi.org/10.3926/jotse.530>
- Jeong, J. S., González-Gómez, D. y Cañada-Cañada, F. (2019b). How does a flipped classroom course affect the affective domain toward science course? *Interactive Learning Environments*, 1-13.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1636079>
- Kazempour, M. S. (2014). I can't teach science! A case study of an elementary pre-service teacher's intersection of science experiences, beliefs, attitude, and self-efficacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 9(1), 77-96.
<https://doi.org/10.12973/ijese.2014.204a>
- Kuo, H. C., Pan, A. J., Lin, C. S. y Chang, C. Y. (2022). Let's Escape! The Impact of a Digital-Physical Combined Escape Room on Students' Creative Thinking, Learning Motivation, and Science Academic Achievement. *Education Sciences*, 12(9), 615.
<https://doi.org/10.3390/educsci12090615>
- Lombardi, D., Shipley, T. F. y Astronomy Team, Biology Team, Chemistry Team, Engineering Team, Geography Team, Geoscience Team, and Physics Team. (2021). The curious construct of active learning. *Psychological Science in the Public Interest*, 22(1), 8-43.
<https://doi.org/10.1177/152910062097397>
- Malinen, O. P., Savolainen, H. y Xu, J. (2012). Beijing in-service teachers' self-efficacy and attitudes towards inclusive education. *Teaching and Teacher Education*, 28(4), 526-534.
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2011.12.004>
- Martínez-Martí, M. L., Avia, M. D. y Hernández-Lloreda, M. J. (2010). The effects of counting blessings on subjective well-being: A gratitude intervention in a Spanish sample. *The Spanish journal of psychology*, 13(2), 886-896.
<https://doi.org/10.1017/S1138741600002535>
- Miller, B., Linder, F. y Mebane, W. R. (2020). Active learning approaches for labeling text: review and assessment of the performance of active learning approaches. *Political Analysis*, 28(4), 532-551.
<https://doi.org/10.1017/pan.2020.4>
- Miller, K., Sonnert, G. y Sadler, P. (2018). The influence of students' participation in STEM competitions on their interest in STEM careers. *International Journal of Science Education*, 8, 95-114.
<https://doi.org/10.1080/21548455.2017.1397298>
- Mullins, J. K. y Sabherwal, R. (2020). Gamification: A cognitive-emotional view. *Journal of Business Research*, 106, 304-314.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.09.023>
- Nicholson, S. (2015). Peeking behind the locked door: A survey of escape room facilities. <http://sco.ttnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf>

- Osborne, J. y Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. The Nuffield Foundation.
- Otero, M. R. (2006). Emociones, sentimientos y razonamientos en Didáctica de las Ciencias. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 1(1), 24-53.
- Pekrun, R., Goetz, T., Frenzel, A. C., Barchfeld, P. y Perry, R. P. (2011). Measuring emotions in students' learning and performance: The Achievement Emotions Questionnaire (AEQ). *Contemporary educational psychology*, 36(1), 36-48.
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2010.10.002>
- Prieto, J. M. (2020). Una revisión sistemática sobre gamificación, motivación y aprendizaje en universitarios. *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria*, 32(1), 73-99.
<https://doi.org/10.14201/teri.20625>
- Pronovost, M., Cormier, C., Potvin, P. y Riopel, M. (2016). Interest and disinterest from college students for higher education in sciences. En *New developments in science and technology education* (pp. 41-49). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-22933-1_5
- Ravinder, E. B. y Saraswathi, A. B. (2020). Literature Review of Cronbach alpha coefficient (A) And McDonald's Omega Coefficient (Ω). *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, 7(6), 2943-2949.
- Reed, J. M. y Ferdig, R. E. (2021). Gaming and anxiety in the nursing simulation lab: A pilot study of an escape room. *Journal of Professional Nursing*, 37(2), 298-305.
<https://doi.org/10.1016/j.profnurs.2021.01.006>
- Sánchez-Ruiz, L. M., López-Alfonso, S., Moll-López, S., Moraño-Fernández, J. A. y Vega-Fleitas, E. (2022). Educational Digital Escape Rooms Footprint on Students' Feelings: A Case Study within Aerospace Engineering. *Information*, 13(10), 478.
<https://doi.org/10.3390/info13100478>
- Schlegel, R. J., Chu, S. L., Chen, K., Deurmeyer, E., Christy, A. G. y Quek, F. (2019). Making in the classroom: Longitudinal evidence of increases in self-efficacy and STEM possible selves over time. *Computers & Education*, 142, 103637.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103637>
- Slater, E. V., Norris, C. M. y Morris, J. E. (2021). The validity of the science teacher efficacy belief instrument (STEBI-B) for postgraduate, pre-service, primary teachers. *Helijon*, 7(9), e07882. <https://doi.org/10.1016/j.helijon.2021.e07882>
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique*, 67, 53-61.
- Susskind, J. E. (2005). PowerPoint's power in the classroom: Enhancing students' self-efficacy and attitudes. *Computers & education*, 45(2), 203-215.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2004.07.005>
- Tobin, K. (2010). Reproducir y transformar la didáctica de las ciencias en un ambiente colaborativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 301-314.
<https://doi.org/10.5565/rev/ec/v28n3.3>
- Tracey, T. J. G. (2002). Development of interests and competency beliefs: A 1-year longitudinal study of fifth to eight grade students using the ICA-R and structural equation modeling. *Journal of Counseling Psychology*, 49(2), 148-163.
<https://doi.org/10.1037/0022-0167.49.2.148>
- Vázquez, A. y Manassero, M. (2011). El descenso de las actitudes hacia la ciencia de chicos y chicas en la educación obligatoria. *Ciência & Educação*, 17(2), 249-268.
<https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000200001>

- Villalustre, L. y del Moral, M. E. (2015). Gamificación: Estrategia para optimizar el proceso de aprendizaje y la adquisición de competencias en contextos universitarios. *Digital Education Review*, 27, 13-31.
<https://doi.org/10.1344/der.2015.27.13-31>
- von Kotzebue, L., Zumbach, J. y Brandlmayr, A. (2022). Digital Escape Rooms as Game-Based Learning Environments: A Study in Sex Education. *Multimodal Technologies and Interaction*, 6(2), 8.
<https://doi.org/10.3390/mti6020008>
- Yıldırım, İ. y Şen, S. (2019). The effects of gamification on students' academic achievement: A meta-analysis study. *Interactive Learning Environments*, 1-18.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1636089>
- Yllana-Prieto, F., Jeong, J. S. y González-Gómez, D. (2021). An online-based edu-escape room: A comparison study of a multidimensional domain of PSTs with flipped sustainability-stem contents. *Sustainability*, 13(3), 1032.
<https://doi.org/10.3390/su13031032>
- Yllana-Prieto, F., González-Gómez, D. y Jeong, J. S. (2023). Influence of two educational Escape Room–breakout tools in PSTs' affective and cognitive domain in STEM (science and mathematics) courses. *Heliyon*, e12795.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e12795>

Teaching Scientific Content through a Methodology Based on Escape Room

Félix Yllana-Prieto, David González-Gómez, Jin Su Jeong
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas.
Facultad de Formación del Profesorado, Universidad de Extremadura (España)
feyllanap@unex.es, dggomez@unex.es, jin@unex.es

Science teaching has focused mainly on the learning of theoretical content, which, together with its complexity, has led to students' rejection and lack of interest in scientific disciplines. Hence, it is essential to act from the earliest educational stages to avoid these inconveniences. The interest shown by students in science is influenced by the affective dimension that is generated during the teaching and learning process of these contents. Therefore, it is necessary to teach prospective teachers how they can deal with the teaching and learning process not only from a cognitive point of view, but also from an emotional perspective. Concerning the teaching and learning process, it has been demonstrated that active learning methodologies are more effective than traditional approaches, which remain away from everyday life. In this framework, the use of escape rooms as gamifying tools applied in educational contexts can reinforce the learning of scientific content, as well as the interest and emotions of students.

The aim of this research is to analyze the impact that an escape room which is designed to work on scientific content has on the affective and cognitive dimensions of trainee teachers during two consecutive academic years. Both the affective and cognitive dimensions of learning were evaluated before and after the intervention. For this purpose, the variables «emotions» (positive and negative), «self-efficacy and attitudes» towards science, and «performance» of theoretical content were measured prior to and after the activity.

According to the results obtained in this research, a significant increase is observed in most of the positive emotions analyzed (joy, satisfaction, enthusiasm, fun, confidence, and pride) after implementing the escape room. Regarding negative emotions, a significant decrease is observed in the intensity with which trainee teachers feel uncertainty, boredom, and fear after completing the intervention. However, there is also an increase in nervousness, frustration, and anxiety. This is usual in this type of activities. Regarding the results concerning students' self-efficacy and attitudes, there is an overall significant increase when analyzing the students' responses after finishing the escape room. The results found with regards to the students' performance show that the mean score increases significantly by 2.35 points (pre-test mean 5.46 out of 10, post-test mean 7.81 out of 10) after the intervention. In addition, there are differences in some variables considering the pathway of baccalaureate studied by the participants before university. The intervention seems to be more effective with theoretical content when applied to students from the non-science path, which is important because most of the students taking the Primary Education Degree come from a non-science pre-university pathway. Likewise, there are higher values of negative emotions such as nervousness, fear and frustration in students coming from a non-scientific path compared to those who studied a scientific one.

The escape room designed to teach scientific content proves to be effective and beneficial for the affective and cognitive dimensions of trainee teachers because these results remain for two consecutive academic years.