

La enseñanza de las matemáticas y la música a través de un *escape room*: una propuesta para fomentar el aprendizaje interdisciplinar

Laura Muñiz-Rodríguez

Raúl Pérez-Fernández

Ana Belén Ramos-Guajardo

(Universidad de Oviedo. España)

Noelia Rodríguez Cordero

(Instituto de Educación Secundaria Arzobispo Valdés-Salas. España)

Enrique Vigil (Universidad de Oviedo. España)

Fecha de recepción: 10 de febrero de 2021

Fecha de aceptación: 30 de junio de 2021

Resumen

A pesar de que Matemáticas y Música son dos asignaturas claramente diferenciadas en el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria (12-16 años) en España, es innegable que existe una relación inherente entre ellas y que gran parte de sus contenidos pueden reforzarse simultáneamente. Desafortunadamente, ambas asignaturas suelen polarizar los gustos del alumnado. En este artículo se presenta una propuesta para el aula cuyo objetivo es fomentar la estrecha relación entre las matemáticas y la música a través de un *escape room*. Se concluye que este tipo de actividades de gamificación tienen potencial para convertirse en una herramienta clave para concienciar al alumnado de las similitudes entre ambas asignaturas, reforzando así el aprendizaje interdisciplinar.

Palabras clave

Aprendizaje interdisciplinar, *escape room*, gamificación, matemáticas, música.

Title

Teaching mathematics and music through an escape room: a proposal to promote interdisciplinary learning

Abstract

Despite mathematics and music represent two clearly differentiated subjects in the curriculum of compulsory secondary education (12-16 years old) in Spain, the inherent relationship between them is undeniable. As a consequence, a significant part of their contents can be simultaneously reinforced. Unfortunately, both subjects tend to polarize students' preferences. This article presents a classroom proposal that aims at promoting the close relationship between mathematics and music through an escape room. It is concluded that this type of gamified activities has the potential to become a key tool that purports to make students aware of the similarities between both subjects, thus reinforcing the interdisciplinary learning.

Keywords

Interdisciplinary learning, escape room, gamification, mathematics, music.

1. Introducción

El aprendizaje interdisciplinar se sustenta en la interacción de saberes entre dos o más materias, entre las que debe existir cooperación, intercomunicación y enriquecimiento recíproco, favoreciendo así



La enseñanza de las matemáticas y la música a través de un *escape room*: una propuesta para fomentar el aprendizaje interdisciplinar

L. Muñiz-Rodríguez, R. Pérez-Fernández, A. B. Ramos-Guajardo, N. Rodríguez Cordero, E. Vigil

la adquisición de competencias desde una perspectiva global e integral (Cuervo, 2018; Martín-Peña, Díaz-Garrido, y Sánchez-López, 2015). Reforzar el aprendizaje interdisciplinar en el ámbito educativo es uno de los objetivos del proyecto *El futuro de la educación y las habilidades 2030* presentado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2019a). Este enfoque es compartido en la actualidad por las leyes que sustentan las orientaciones metodológicas por las que se debe guiar el sistema educativo de cada país (Humes, 2013; Kaittani, Derri, y Kioumourtzoglou, 2016). Por ejemplo, en España, el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015) establece la necesidad de fomentar una visión interdisciplinar para garantizar un proceso de enseñanza-aprendizaje competencial. En particular, en lo referido a la competencia matemática, reconocida como una de las competencias clave por la OCDE (2019b), se argumenta la importancia de la asignatura Matemáticas ya que permite al alumnado desarrollar las habilidades necesarias para resolver situaciones interdisciplinarias en contextos reales. En este proceso de resolución están involucradas el resto de las competencias clave (además de la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, la comunicación lingüística, la competencia digital, la competencia aprender a aprender, las competencias sociales y cívicas, el sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor, y la conciencia y expresiones culturales), a cuyo desarrollo deben contribuir el conjunto de materias recogidas en cada currículo educativo. Esta visión coincide con los estándares curriculares propuestos por el National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 1991) al considerar las conexiones extramatemáticas o interdisciplinarias (es decir, aquellas que relacionan un concepto o modelo matemático con un problema en un contexto no matemático o viceversa) como uno de los procesos matemáticos clave.

También la literatura avala la importancia de abordar la educación matemática desde una perspectiva global e interdisciplinar en las distintas etapas educativas, dados los beneficios que aporta al proceso de enseñanza-aprendizaje. En su revisión bibliográfica en el ámbito de la Educación Primaria, Rodríguez-Muñiz y Sánchez-Díaz (2017) coinciden en que el aprendizaje interdisciplinar entre Educación Física y Matemáticas produce una adquisición más significativa de las competencias por parte del alumnado. A su vez, mediante una intervención educativa que integra diferentes materias (Lengua Castellana y Literatura, Educación Física, Educación Artística y Ciencias Naturales) con Matemáticas, Muñiz-Rodríguez, Menéndez Fernández, y Rodríguez-Muñiz (2020) constatan una mejora en el razonamiento lógico e intuitivo, así como en la capacidad de argumentación y justificación, para la elaboración de estrategias de resolución de problemas matemáticos, además de un aumento en la motivación del alumnado. Estos resultados son extrapolables al ámbito de la Educación Secundaria y Universitaria. Numerosos autores defienden que el aprendizaje interdisciplinar tiene un impacto positivo en el desarrollo de habilidades matemáticas, la motivación interna y la satisfacción del alumnado (Chao-Fernández, Mato-Vázquez, y López-Chao, 2016; Kaittani, Derri, y Kioumourtzoglou, 2016; Martín-Peña, Díaz-Garrido, y Sánchez-López, 2015; Pozuelos Estrada, Rodríguez Miranda, y Travé González, 2012).

En lo que se refiere a la motivación, es evidente que la asignatura Matemáticas genera un importante rechazo en una gran parte del alumnado, bien por la percepción de dificultad o bien por el desconocimiento de la aplicación que tienen sus contenidos (Valle et al., 2016), siendo habitual escuchar la pregunta “¿para qué sirven las matemáticas?” Sin embargo, la verdad es que las matemáticas están presentes no solo en multitud de contextos cercanos al alumnado, sino también en aquellas materias que, junto con Matemáticas, sustentan su formación académica. Tal sinergia es en general evidente en aquellas disciplinas consideradas de naturaleza científica, tales como la medicina, la química, la física, la ingeniería o la economía, pero rara vez perceptible en otras consideradas de índole social o humanística, como la música o la historia. Prueba de ello son los resultados de una encuesta realizada a

159 estudiantes de primer curso de distintos grados (Educación Primaria, Ingeniería y Trabajo Social) en la Universidad de Oviedo: solamente un 62% de los encuestados considera que existe relación entre las matemáticas y las artes y la cifra baja hasta el 41% si se habla de matemáticas y humanidades. En cambio, el 94% y 99% de los encuestados considera que las matemáticas están relacionadas con las ciencias de la salud y la ingeniería, respectivamente. Esta falsa percepción alimenta la concepción de las matemáticas escolares como un conjunto de fórmulas y reglas, provocando una pérdida de interés y una latente desmotivación en los discentes, y suscita la necesidad de reforzar su relevancia y aplicabilidad en contextos propios de otras disciplinas desde etapas más tempranas.

Matemáticas y Música son dos asignaturas que suelen polarizar los gustos del alumnado, causando la primera un notable rechazo (Valle et al., 2016) y siendo la segunda una materia por lo general atractiva (Chao-Fernández, Mato-Vázquez, y Chao-Fernández, 2020). La estrecha relación entre sus contenidos no es algo nuevo, si bien las experiencias didácticas basadas en la interdisciplinaridad entre ambas materias son aún incipientes (Chao-Fernández, Mato-Vázquez, y Chao-Fernández, 2020). Desde esta perspectiva, se presenta una propuesta para el aula de Educación Secundaria Obligatoria (12-16 años) cuyo objetivo es fomentar el aprendizaje interdisciplinar de las matemáticas y la música, mediante un *escape room*. Este artículo comienza con una presentación del marco teórico, centrado en la gamificación como técnica de aprendizaje y en la relación entre las matemáticas y la música, que conceptualiza y sustenta la propuesta para el aula que se describe a continuación.

2. Marco teórico

Existen multitud de trabajos cuyo objetivo es analizar los problemas que experimenta el alumnado para asimilar conocimientos matemáticos en los distintos niveles educativos (Escudero y Domínguez, 2014; González-García, Muñoz-Rodríguez, y Rodríguez-Muñoz, 2018). Por lo general, estos trabajos tratan de detectar aquellos conceptos que tienden a generar mayores dificultades y de diseñar estrategias que permitan explicarlos de una forma más atractiva, apoyándose en la idea de que sin motivación no hay aprendizaje (Glasser, 1981).

Dentro de los posibles métodos de enseñanza en el aula destaca el constructivismo, tendencia pedagógica encabezada por los trabajos de Piaget (1947), Bruner (1984) y Ausubel (2000), que se fundamenta en la idea de que la experiencia y el conocimiento preexistente son fundamentales en el aprendizaje, y en que los conocimientos no son únicamente transmitidos de una persona a otra de forma unidireccional (como plantea la metodología conductista, por ejemplo), sino que es necesario que sean construidos de forma activa por parte del individuo a través de la experiencia activa (Gómez, 1991). En este sentido, el alumno es capaz de crear su propio conocimiento y pasa a ser el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje, mientras que el docente, por su parte, es el encargado de facilitar y motivar al alumno para que alcance estos conocimientos (Brousseau, 1999).

Por otro lado, en base a la idea propuesta en la obra de Vygotsky (1978) relacionada con la psicología social, Coll et al. (1999) afirman que el centro escolar debe tener en cuenta la función social y socializadora a la hora de educar al alumnado para lograr su pleno desarrollo, promoviendo la actividad mental constructiva en el contexto de un grupo social determinado. Cabe destacar que dicha concepción no se centra únicamente en la adquisición de contenidos teóricos por parte del alumnado, sino que también hace hincapié en aspectos fundamentales para su desarrollo personal como las relaciones interpersonales o las capacidades de equilibrio personal y de inserción social.



La enseñanza de las matemáticas y la música a través de un *escape room*: una propuesta para fomentar el aprendizaje interdisciplinar

L. Muñiz-Rodríguez, R. Pérez-Fernández, A. B. Ramos-Guajardo, N. Rodríguez Cordero, E. Vigil

En base a las ideas anteriormente expuestas, la introducción del juego en el aula cobra relevancia cuando se considera una metodología didáctica constructivista. El valor del juego en el aula no reside únicamente en la motivación que genera en los alumnos que juegan simplemente por placer, sino que también, a través del juego, los estudiantes pueden resolver problemas de forma simbólica y ponen en práctica diferentes procesos cognitivos (Chamoso, Durán, García, Martín, y Rodríguez, 2004; Muñiz-Rodríguez, Alonso, y Rodríguez-Muñiz, 2014; Rodríguez-Hernández, González-Fernández, y Rivilla Bastante, 2015). Una técnica de aprendizaje que nace del juego didáctico es la gamificación, una propuesta que asegura que los aprendizajes sean significativos, aplicados a un contexto funcional y, además, experienciales. Es preciso remarcar que, aunque el término *gamificación* no está aceptado por la Real Academia Española (RAE) por ser un híbrido del inglés *game* (“juego”), su uso se encuentra ampliamente extendido en la comunidad educativa de habla hispana a pesar de que sería más correcto hablar de *ludificación*.

2.1. La gamificación como motor de aprendizaje

La gamificación consiste en el uso de elementos propios del juego en situaciones que en principio no tienen nada que ver con él, como, por ejemplo, en una empresa, en un negocio o en un aula. En los últimos años esta técnica está siendo aplicada al ámbito educativo, generando lo que se conoce como gamificación educativa (Deterding, Dixon, Khaled, y Nacke, 2011; Diago y Ventura, 2017). Es importante mencionar que no se debe confundir el concepto de gamificación con el aprendizaje basado en juegos. Mientras que la gamificación convierte el proceso de enseñanza-aprendizaje en un juego por la incorporación de elementos de naturaleza lúdica (retos, recompensas, metas, puntuación...) fomentando un aprendizaje significativo, el aprendizaje basado en juegos utiliza el juego como parte de ese proceso para la mejora del aprendizaje (Al-Azawi, Al-Faliti, y Al-Blushi, 2016; Oliva, 2016).

Además de analizar la influencia de la gamificación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, la literatura pone de manifiesto diferentes modelos que sustentan las iniciativas de gamificación dentro del ámbito educativo. El modelo MDA (Mechanics, Dynamics, and Aesthetics), desarrollado por Hunnicke, LeBlanc y Zubek (2004), distingue tres componentes (mecánicas, dinámicas, y estéticas), que constituyen el eje vertebrador de la gamificación. Según estos autores, las mecánicas se refieren a las reglas del juego, las dinámicas al propio sistema de funcionamiento, incluyendo la interacción de los jugadores, y las estéticas al efecto sensorial y emocional producido por la experiencia. Por su parte, Marczewski (2013) propuso otro modelo, compuesto a su vez por varios marcos, que hacen referencia al proceso de elaboración del juego (GAME, acrónimo en inglés de Recopilar, Hacer, Medir, y Enriquecer), al tipo de jugadores, a las motivaciones lúdicas (RAMP, acrónimo en inglés de Relación, Autonomía, Maestría, y Propósito), y a las fases de la experiencia del jugador (EEEE, acrónimo en inglés de Inscribirse, Entusiasmarse, Involucrarse, y Quedarse cautivado).

Sin embargo, uno de los modelos actualmente más citados por centrarse en el pensamiento lúdico (*game thinking*) y que incluye tanto fases de procedimiento como una taxonomía de elementos, es el desarrollado por Werbach y Hunter (2012). Estos autores plantean seis pasos (6D) para la elaboración de una gamificación: Definir los fines buscados, Describir los objetivos de comportamiento, Describir a los jugadores, Delimitar ciclos de actividades, Diseñar sin olvidar la diversión, y Desplegar las herramientas apropiadas. Además, Werbach y Hunter (2012) distinguen cuatro etapas en el recorrido de un jugador a lo largo de un juego: identificación, incorporación, andamiaje, y camino hacia la maestría. Por último, Werbach y Hunter (2012) proponen tres tipos de elementos en la configuración de una gamificación que constituyen la pirámide DMC (Dinámicas, Mecánicas, y Componentes). Las

dinámicas, situadas en la zona del vértice, se corresponden con la estructura interna e implícita del sistema de juego, es decir, según los autores, las restricciones, las emociones, las narrativas, la progresión, y las relaciones. Las mecánicas representan los procesos que impulsan los comportamientos de los jugadores, como, por ejemplo, los retos, las oportunidades, la competición, la cooperación, los reconocimientos, la retroalimentación, la adquisición de recursos, las transacciones, los turnos, o los estados de victoria. Por último, los componentes, situados en la base de la pirámide, simbolizan los recursos encargados de ludificar la experiencia, tales como: los avatares, los logros, las insignias, emblemas, o distintivos, las luchas maestras, las colecciones, el combate, los desbloques de contenido, los marcadores o tablas de clasificación, los niveles, los puntos, las misiones o búsquedas, los gráficos sociales, los equipos, o los bienes virtuales.

A partir del análisis de intervenciones en el ámbito educativo basadas en la gamificación, otorgar puntos de recompensa por logros o por la realización de determinadas actividades académicas destaca como uno de los componentes más recurrentes. Aunque pueda parecer un elemento innovador sencillo, esta simple acción genera en el alumnado una mayor motivación e implicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los puntos, junto con las insignias, emblemas o distintivos y los marcadores o tablas de clasificación suponen el punto de partida de la gamificación, si bien esta técnica de aprendizaje no debe limitarse a la aplicación exclusiva de estos elementos. En la práctica, las actividades de gamificación son muy diversas tanto por su diseño como por su logística, exigiendo algunas la implicación de profesorado de todas las materias y de alumnado de todos los cursos (Lee y Hammer, 2011).

Una de las actividades de gamificación que está teniendo un importante auge estos últimos años son los llamados *escape rooms* o salas de escape. En su sentido general, los *escape rooms* son juegos de equipo de acción en vivo donde los jugadores descubren pistas, resuelven puzles y realizan tareas en una o más salas con la finalidad de lograr un objetivo específico (que habitualmente consiste en escapar de la habitación) en un tiempo limitado (Nicholson, 2015). Cabe destacar que mientras que la primera generación de *escape rooms* se centraba principalmente en complicados puzles de lógica, en la actualidad han sufrido una evolución hasta incluir la creación de ambientes completamente inmersivos que disponen de accesorios y efectos de alta calidad (Wiemker, Elumir, y Clare, 2015).

En los últimos años, los *escape rooms* se han convertido en una de las mayores opciones de ocio a nivel internacional y esto ha repercutido directamente en la educación, siendo muchos los docentes que han implementado este tipo de juegos en sus aulas (Barreda García, Gimeno Mallench, López Sáez, y Saport Tomás, 2020; García-Tudela, Solano-Fernández, y Sánchez-Vera, 2020; Segura-Robles y Parra-González, 2019; Veldkamp et al., 2020). Según Heikkinen y Shumeyko (2016), el éxito de este tipo de gamificación se debe a que los *escape rooms*, cuando están bien diseñados, son altamente inmersivos y logran transportar al jugador a una realidad diferente en la que se puede poner en la piel de un explorador, un agente secreto o un ayudante de laboratorio. Esta recreación, unida al fin en sí mismo que tiene como juego, hacen que se convierta en una actividad intelectualmente estimulante y que deja una grata impresión en los participantes, que está estrechamente relacionada con el concepto psicológico de la teoría del flujo o teoría del *flow*. Dicha teoría, desarrollada por Csíkszentmihályi (1990), afirma que, para cualquier persona, toda experiencia óptima tiene una serie de características comunes que están relacionadas con la apreciación de las propias capacidades y un sistema que proporciona una retroalimentación de cómo de bien lo está haciendo en la actividad. Además, este autor defiende que el nivel de concentración de la persona es tan intenso que no existe preocupación sobre otros aspectos irrelevantes, e incluso se pierde la consciencia de uno mismo y del tiempo. Tales actividades resultan tan gratificantes que las personas están deseando participar en ellas, sin preocuparse



La enseñanza de las matemáticas y la música a través de un *escape room*: una propuesta para fomentar el aprendizaje interdisciplinar

L. Muñiz-Rodríguez, R. Pérez-Fernández, A. B. Ramos-Guajardo, N. Rodríguez Cordero, E. Vigil

de su dificultad, de si lograrán resolverlas o de si son peligrosas. Debido a sus características eminentemente lúdicas, los *escape rooms* encajan en este tipo de actividades, permitiendo al alumnado convertirse en protagonista activo del proceso de enseñanza-aprendizaje, lo que influye positivamente en su motivación.

Lograr el objetivo anterior está supeditado a la calidad del diseño del *escape room* (Heikkinen y Shumeyko, 2016). En este sentido, a partir de resultados de estudios previos (Nicholson, 2015), Clarke y colaboradores (2017) proponen un marco (escapED) para el diseño de *escape rooms* educativos compuesto por seis elementos: participantes, objetivos, tema, puzzles, equipamiento y evaluación. Este marco proporciona una guía para diseñar, desarrollar y evaluar *escape rooms* educativos, así como otras actividades de gamificación que tengan por objetivo fomentar el aprendizaje. Además, según Wiemker, Elumir y Clare (2015), existen tres modelos de *escape rooms* en función de su formato: modelo lineal, modelo abierto y modelo multilíneal. En el modelo lineal las pruebas se presentan y necesitan ser resueltas secuencialmente, mientras que en el modelo abierto todas las pruebas están disponibles y pueden resolverse desde el comienzo, siendo la resolución de todas ellas la condición necesaria para concluir con éxito la actividad. Por último, el modelo multilíneal es el más complejo de todos y combina elementos de los modelos lineal y abierto.

Otra de las ventajas de este tipo de estrategias es que permiten trabajar no solo los contenidos propios de la materia, sino otras competencias transversales como el trabajo en equipo, la capacidad de gestión, la comunicación, la iniciativa e incluso la creatividad. Más importante aún, los *escape rooms* han demostrado ser herramientas claves para afrontar y reducir la ansiedad matemática y el miedo a ser evaluado (Barreda García, Gimeno Mallench, López Sáez, y Saport Tomás, 2020), así como para aumentar la motivación e incentivar el aprendizaje (Segura-Robles y Parra-González, 2019). Con el objetivo de que esta motivación no disminuya, es necesario que el alumnado alcance un estado mental de equilibrio, planteándole retos que no sean demasiado fáciles, pero tampoco tan difíciles que acaben causando frustración. Llegando a este equilibrio, la experiencia logrará atraer por completo la atención del alumnado (Diago y Ventura, 2017).

2.2. Las matemáticas y la música

Resulta necesario resaltar la estrecha relación que existe entre las áreas de música y matemáticas. Según García-Merayo (2012) tanto la música como las matemáticas “vienen caminando juntas desde los tiempos más remotos”. Un buen ejemplo de esto es que Pitágoras dividió el conocimiento en dos ramas, las discretas (como son la aritmética y la música) y las continuas (como son la geometría y la astronomía). Más adelante Boecio en la Edad Media englobaría estas cuatro disciplinas bajo el concepto de *Quadrivium*. Por tanto, esta clasificación nos confirma que la relación músico-matemática no es de reciente comprensión y, de hecho, durante siglos la música permaneció como un subconjunto de las matemáticas (Pastor, 2008). Los pitagóricos sostenían que “los números eran los elementos constitutivos de todas las cosas y los cielos se componían de una escala musical y un número” (García-Merayo, 2012). En esta dirección, Pitágoras estudió la naturaleza de los sonidos musicales a través del monocordio, de manera que, variando la longitud de la cuerda de dicho instrumento, logró establecer una relación clara entre los sonidos armoniosos producidos por el instrumento y los números enteros.

Además, existen conceptos que se utilizan en ambas materias, aunque a priori no seamos conscientes de ello. Concretamente, dentro de la denominada geometría musical se utilizan conceptos tales como traslación, simetría y rotación. La traslación consiste en reubicar una figura de forma directa,

sin que varíen sus características. Según Tiburcio (2002), “la forma más sencilla de aplicar la traslación a la música es la repetición”. La simetría consiste en un movimiento inverso. Como explica García-Merayo (2012), esto permite obtener una copia de la partitura original de tal forma que, interpretada la original de origen a fin, suene igual que la interpretación de la copia desde el fin al origen. Este autor también indica que con la rotación se consigue una copia del modelo original, pero girada un número determinado de grados.

Son muchos los compositores que, sin ser conscientes de ello, utilizaron la geometría musical en sus obras, como J.S. Bach o W.A. Mozart. Por ejemplo, hacia el siglo XVIII, W.A. Mozart, con tan solo 21 años, escribió *Musikalische Würfelspiel*, es decir, *Juego de Dados*, documento con el que, sin ser matemático ni saber apenas de música, se podía componer vals (García-Merayo, 2012). Tiburcio (2002) matiza que, en base al libro de Mozart, los compases se escogen lanzando dos dados y anotando la suma de los números obtenidos, dando lugar a once posibles resultados del 2 al 12. Mozart escribió 176 compases numerados del 1 al 176 y los agrupó en 16 conjuntos de 11 compases cada uno numerados de 2 a 12. El procedimiento para generar un *vals* particular consiste en que cada uno de los 16 compases se selecciona del correspondiente conjunto de 11 compases mediante el lanzamiento de los dados. Con todo ello se puede concluir que hay 750 trillones de variaciones en este vals. Según García-Merayo (2012), el resultado será completamente armónico, ya que cumple las reglas de armonía y melodía, conjugándose de modo simultáneo con el azar. Por último, merece la pena mencionar al compositor contemporáneo Iannis Xenakis, quien utilizó las leyes de la probabilidad para componer, realizando lo que se conoce como música estocástica. Esta música se caracteriza por ser masas de sonido en las que la música es imprecisa en sus detalles, pero a pesar de ello se encamina a un fin definido. Este compositor introduce la probabilidad, lo que le hace trabajar conceptos matemáticos, además de acercar el ordenador a la composición musical (García-Merayo, 2012; Tiburcio, 2002).

La propuesta para el aula que se presenta combina los tres elementos que sustentan el marco teórico anterior, es decir: matemáticas, música y *escape rooms* como actividad de gamificación. El punto fuerte y original de la propuesta reside en su carácter interdisciplinar y, por tanto, competencial. Además, su diseño está pensado para que durante su desarrollo el alumnado no aprecie la presencia de las matemáticas de manera explícita, evitando así una posible actitud negativa como punto de partida. Por ello, se propone su aplicación dentro de la asignatura y el aula de Música.

3. Propuesta de *escape room*

El objetivo de esta propuesta de *escape room* es mostrar al alumnado de Educación Secundaria Obligatoria (12-16 años) la estrecha relación que existe entre Matemáticas y Música, dos asignaturas a priori independientes pero cuyos conocimientos se pueden reforzar simultáneamente.

La propuesta que aquí se describe recoge cinco de los elementos propuestos en el marco *escapED* (Clarke et al., 2017) y se desarrolla según el modelo más sencillo e intuitivo de los propuestos por Wiemker, Elumir y Clare (2015), es decir, el modelo lineal. En resumen, un grupo de cinco alumnos (participantes) accederá al aula con el objetivo de encontrar un objeto concreto (tema) en menos de 45 minutos. Con la ayuda de un *smartphone* (equipamiento) y utilizando una aplicación de realidad aumentada, el grupo descubrirá que dicho objeto se encuentra en un baúl que solo es posible abrir mediante una combinación de 4 dígitos. Necesitarán todo su ingenio para superar una serie de pruebas (puzles) que les permitan descubrir la combinación, recuperar el objeto y salir del aula en el tiempo marcado.



La enseñanza de las matemáticas y la música a través de un *escape room*: una propuesta para fomentar el aprendizaje interdisciplinar

L. Muñiz-Rodríguez, R. Pérez-Fernández, A. B. Ramos-Guajardo, N. Rodríguez Cordero, E. Vigil

Si bien la propuesta está dirigida al alumnado de segundo curso de Educación Secundaria Obligatoria (13-14 años), la naturaleza de los contenidos curriculares hace que sea fácilmente adaptable a cualquier otro curso o etapa educativa. Por otro lado, la actividad está pensada para ser desarrollada en un tiempo máximo de 45 minutos por cada grupo participante y en un aula de Música, puesto que la ambientación es uno de los factores más importantes en este tipo de juegos inmersivos. Partimos de la hipótesis de que la mayoría de los centros educativos disponen de un aula específica de Música. En caso de que el centro educativo que desee implementar esta propuesta no disponga entre sus instalaciones de esta aula de referencia, la actividad se podría desarrollar en otra aula que disponga de una pizarra, un tablero de corcho de pared, y diversos instrumentos musicales (aquí se propone un xilófono, un ukelele, un yembé y un piano electrónico, si bien pueden ser sustituidos por otros). Además, para implementar este *escape room* se necesita: un *smartphone*, un baúl, un afinador digital, un espejo, 4 cuerdas, 112 clavos, varios libros (uno con partituras de *Queen*), la melodía de la canción *We will rock you*, tres cajas, dos candados de 4 dígitos, un candado de 3 dígitos, un candado de tres letras, y material fungible para elaborar una antorcha, púas, figuras de colores, entre otros elementos. Del mismo modo, tanto la duración de la actividad como el número de miembros que forman cada grupo pueden modificarse en función de las necesidades, situaciones particulares o intereses docentes.

Para poder realizar con garantías esta actividad, tanto de disfrute como de aprendizaje, es imprescindible que el alumnado haya trabajado previamente, en la asignatura de Música, los distintos contenidos curriculares que serán utilizados, a saber: reconocimiento visual de instrumentos, reconocimiento y bases organizativas de los compases, lectura y utilización de los elementos gráficos para representar la altura (pentagrama, notas, líneas adicionales, claves de sol y fa en cuarta), lectura y utilización de los elementos gráficos para representar la duración (figuras, silencios y signos de prolongación), y funcionamiento y uso de un afinador digital (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015). Además, es recomendable que el alumnado esté familiarizado con la figura de Freddie Mercury y con la melodía de sus composiciones más populares. En particular, deben ser capaces de reconocer la canción *We will rock you*. Este *escape room* permite al alumnado conocer otros detalles de la biografía del compositor y, además, descubrir compositores españoles de renombre. En relación con el contenido matemático, este *escape room* abarca de manera implícita los siguientes contenidos curriculares: operaciones aritméticas básicas con números naturales y con fracciones, y apreciación de la simetría en representaciones artísticas (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015). Es importante remarcar que en ningún caso debe establecerse, de cara al alumnado, una relación previa entre la actividad y la asignatura Matemáticas, puesto que puede afectar al desarrollo de la misma, siendo además uno de los objetivos principales aprender dicha relación por descubrimiento.

Antes de comenzar la actividad es necesario aclarar unas normas básicas que permitan su correcto desarrollo. En concreto:

- No es necesario utilizar la fuerza.
- No es necesario subirse al mobiliario, todo está al alcance de la mano.
- No es necesario buscar nada en el aula, salvo que haya una pista clara que así lo indique.

En función de las características propias de cada aula o cada centro, pueden añadirse otras normas que hagan referencia a aspectos concretos que no formen parte del propio juego. Por ejemplo, en la actualidad es común que todas las aulas cuenten con un ordenador, si bien la propuesta que se plantea no requiere su uso. Por ello, una norma adicional podría ser: El ordenador no forma parte del juego. Este aspecto organizativo es fundamental puesto que tales restricciones facilitan la puesta en práctica del *escape room* sin necesidad de realizar adaptaciones físicas sustanciales. Es decir, si el aula con la que

contamos dispone de determinados elementos que por su naturaleza puedan suponer un peligro o un obstáculo para el desarrollo de la actividad, basta con incluir una norma que explicita la prohibición sobre su uso. Por último, la actividad estará supervisada en todo momento por una persona que desempeñará el papel de *Game Master*, por ejemplo, el docente, y se encargará tanto de controlar el cumplimiento de las normas como de proporcionar pistas en caso de que el grupo participante no consiga avanzar en el juego.

El contenido y desarrollo del *escape room* se estructura en siete fases (desde la Fase 0 a la Fase 6) que se detallan a continuación.

3.1. Fase 0. Preparación de la misión

Antes de entrar en el aula, se entrega al grupo de participantes (a partir de este momento, patrulla) un *smartphone* desbloqueado en el que se ha instalado previamente la aplicación *Wallame!*®. Esta aplicación permite, combinando geolocalización y realidad aumentada, asignar imágenes a lugares físicos para posteriormente ser detectados a través de la cámara del dispositivo móvil. En ese momento, la patrulla recibe las instrucciones de su misión:

Farrokh Bulsara (1946-1991), conocido mundialmente como Freddie Mercury, fue un cantante, compositor, pianista y músico reconocido por su poderosa voz y extravagantes puestas en escena. Vocalista principal de la banda de rock Queen, escribió muchos de los éxitos de la banda. Además, publicó dos álbumes como solista, *Mr. Bad Guy* y *Barcelona*, este último en colaboración con la soprano española Montserrat Caballé y cuyo sencillo homónimo fue la canción oficial de los Juegos Olímpicos de Barcelona en 1992.

Debido a su poder mediático, el Comité Olímpico Internacional (COI) decidió que Freddie fuera el primer portador de la antorcha olímpica y que se encargase de su custodia hasta la ceremonia de encendido en Olimpia. No obstante, unos días antes de la ceremonia Freddie fallece y, aunque se han encontrado instrucciones para encontrar la antorcha, no se ha podido saber aún dónde está guardada. Nuestros compañeros de la Consejería del Tiempo destinados en 1991 han dado la alerta y debemos enviar una patrulla para poder encontrarla.

Esta patrulla, formada por 5 agentes, viajará en el tiempo hasta el estudio de Freddie Mercury y, con la ayuda de un rastreador que les permita ver lo que no está a simple vista, debe encontrar la antorcha. Tienen 45 minutos para conseguir la antorcha, salvar la ceremonia y regresar al presente.

Tras esto, la patrulla entra en el aula y da comienzo el juego.

3.2. Fase 1. Búsqueda de la antorcha y caja de instrucciones

La primera misión de la patrulla será encontrar la ubicación de la antorcha con la ayuda del rastreador. La antorcha estará dentro de un baúl rodeado por una cadena y cerrado con un candado de 4 dígitos. Para localizarlo, deben abrir la aplicación *Wallame!*® y observar el aula a través de la cámara del *smartphone*: cuando enfoquen el baúl, visualizarán una antorcha y el código 314 (véase Figura 1).



La enseñanza de las matemáticas y la música a través de un *escape room*: una propuesta para fomentar el aprendizaje interdisciplinar

L. Muñiz-Rodríguez, R. Pérez-Fernández, A. B. Ramos-Guajardo, N. Rodríguez Cordero, E. Vigil



Figura 1. Captura de pantalla de la imagen que se observará al enfocar el baúl.

Si bien no podrán abrir el baúl al no disponer del código de cuatro dígitos necesario, la combinación 314 les permitirá abrir una caja (situada sobre el baúl) en la que se guarda una tarjeta que contiene un texto y la imagen de un xilófono (véase Figura 2). Esto les conducirá a dicho objeto.


<p>Habéis descubierto dónde se oculta el fuego, así que estáis preparados para comenzar el juego. Si la antorcha queréis recuperar, varias pruebas debéis superar.</p> <p>Dejaos guiar por los instrumentos, cuerda, percusión o viento. El camino se encuentra marcado Y el primer destino, a vuestras manos ha llegado.</p>	
---	---

Figura 2. Instrucciones iniciales junto a la imagen de un xilófono que conducirán a la patrulla a la Fase 2.

Es importante señalar que en la pizarra del aula estarán dibujados en todo momento compases incompletos de la canción *Barcelona* (véase Figura 3), que formarán parte de la última prueba y permitirán abrir el candado del baúl. No obstante, la patrulla no recibirá instrucciones para resolver la actividad de la pizarra hasta que superen una serie de pruebas intermedias, si bien se irán encontrando pistas (en particular, las figuras que completan los compases) a lo largo de las distintas fases.

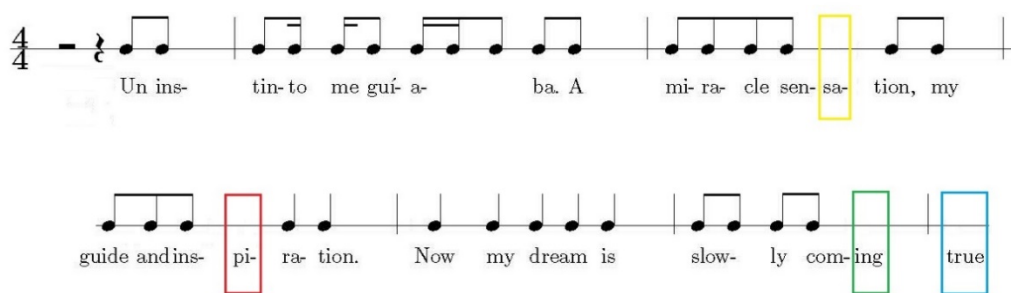


Figura 3. Compases incompletos de la canción *Barcelona* dibujados en la pizarra.

3.3. Fase 2. Xilófono

Guiada por las instrucciones anteriores, la patrulla debe encontrar el xilófono que aparece en la imagen, que estará situado en una estantería del aula, y abrirlo (levantar sus láminas). En él se encontrarán 8 imágenes de partituras simétricas dos a dos, un espejo, una tabla de coordenadas y una caja cerrada con una combinación de 4 dígitos.

Las imágenes de las partituras están dispuestas de la siguiente forma. En primer lugar, una tarjeta de referencia con cuatro partituras acompañadas, cada una de ellas, de un retrato de los siguientes compositores: Isaac Albéniz, Manuel de Falla, Enrique Granados y Joaquín Rodrigo (véase Figura 4). Las cuatro imágenes de partitura restantes se encontrarán en tarjetas individuales identificadas con el apellido de cada uno de los compositores (véase Figura 5). La relación entre unas y otras vendrá dada por simetría: la partitura que acompaña a una fotografía y la partitura que acompaña al correspondiente apellido contienen las mismas notas, pero en orden opuesto.

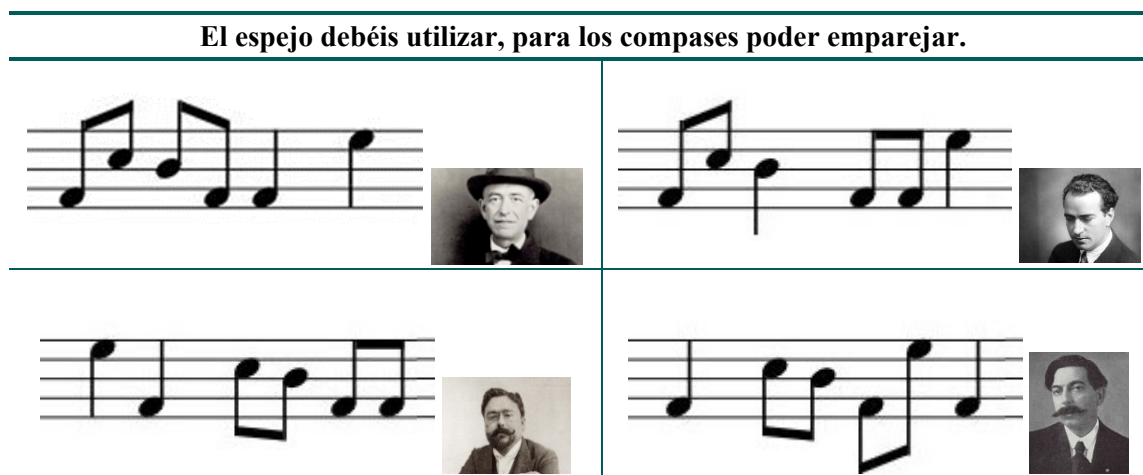


Figura 4. Imágenes de partitura (documento de referencia).

La enseñanza de las matemáticas y la música a través de un *escape room*: una propuesta para fomentar el aprendizaje interdisciplinar

L. Muñiz-Rodríguez, R. Pérez-Fernández, A. B. Ramos-Guajardo, N. Rodríguez Cordero, E. Vigil

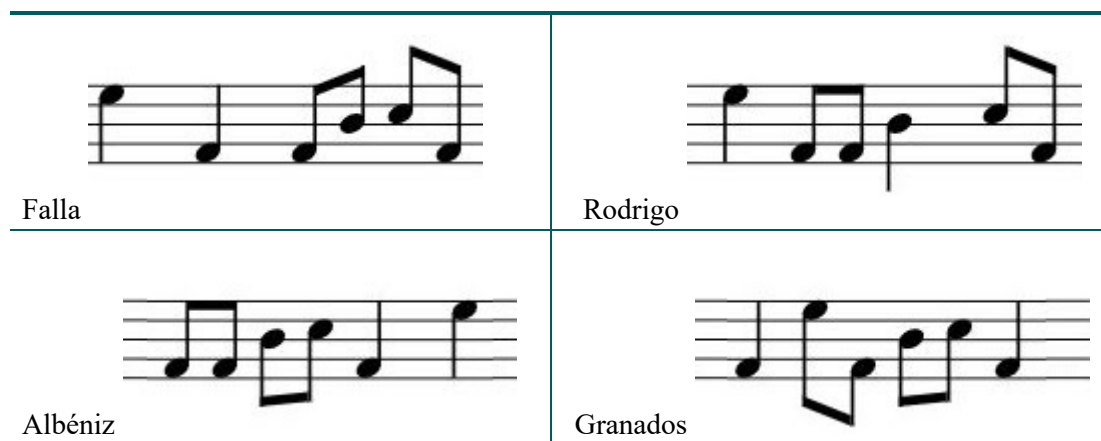


Figura 5. Imágenes de partitura a emparejar con las imágenes de partitura representadas en la Figura 4.

Por otro lado, en la tabla de coordenadas (véase Tabla 1) se muestran cuatro apellidos (filas) y cuatro retratos (columnas) de reconocidos compositores. No es necesario (ni recomendable) que la patrulla sea capaz de reconocer previamente estos compositores. Una vez identificada la relación entre las partituras, la patrulla habrá asociado cada fotografía a un apellido, lo que les permitirá obtener 4 dígitos que, ordenados por filas, dan lugar a una secuencia con la que podrán abrir la caja que se encontraba en el xilófono: 5946, fecha de nacimiento de Freddie Mercury (5 de septiembre de 1946).

				
Albéniz	2	7	5	6
Falla	9	4	0	3
Granados	5	3	8	4
Rodrigo	4	6	1	0

Tabla 1. Tabla de coordenadas para obtener la combinación de la caja de la Fase 2.

Al abrir la caja, mediante la combinación 5946, la patrulla encontrará siete púas (0 amarillas, 3 rojas, 3 verdes, 1 azul), una figura corchea de color rojo y una imagen de un ukelele (véase Figura 6) que les conducirá a dicho instrumento y, por tanto, a la Fase 3 del *escape room*. Las púas y la figura deben guardarse para ser utilizadas en la prueba final.



Figura 6. Imagen de un ukelele que conducirá a la patrulla a la Fase 3.

3.4. Fase 3. Ukelele

La patrulla debe encontrar el ukelele de la imagen, que estará escondido en un cajón del aula identificado con una imagen del mismo (el resto de los cajones tendrán imágenes de otros instrumentos). Al abrir el cajón, se encontrarán también un afinador digital, una caja cerrada con una combinación de cuatro letras y una tarjeta con las siguientes instrucciones:

Si una nueva combinación queréis encontrar,
no me deberíais afinar.
Mas el afinador debéis utilizar,
si la nota de mis cuerdas queréis averiguar.

Para completar esta fase, la patrulla deberá obtener la secuencia en la que están afinadas las cuerdas del ukelele (en este caso, ACDC) utilizando el afinador digital. Esta combinación les permitirá abrir la caja que han descubierto en el cajón, dentro de la cual encontrarán siete púas (0 amarillas, 3 rojas, 0 verdes, 4 azules), una figura negra de color amarillo y una imagen de un yembé (véase Figura 7) que les conducirá a dicho instrumento y, por tanto, a la Fase 4 del *escape room*. De nuevo, las púas y la figura deben guardarse para ser utilizadas en la prueba final.



Figura 7. Imagen de un yembé que conducirá a la patrulla a la Fase 4.

La enseñanza de las matemáticas y la música a través de un *escape room*: una propuesta para fomentar el aprendizaje interdisciplinar

L. Muñiz-Rodríguez, R. Pérez-Fernández, A. B. Ramos-Guajardo, N. Rodríguez Cordero, E. Vigil

3.5. Fase 4. Yembé

La patrulla debe localizar el yembé correcto, que se encontrará entre otros instrumentos similares, y levantarlo. En él se encontrarán cuatro cuerdas, una tarjeta con instrucciones, una tarjeta con fragmentos de la letra de cuatro canciones de Freddie Mercury y una caja cerrada con una combinación de cuatro dígitos.

Las instrucciones conducirán a la patrulla a un tablero de corcho situado en la pared en el que estará dibujado un pentagrama con una serie de clavos incrustados en él, cada uno de los cuales representará una nota. En la Figura 8 se puede observar un esquema de la distribución de los clavos. Además, en la tarjeta se encontrará también la correspondencia representada en la Figura 9.

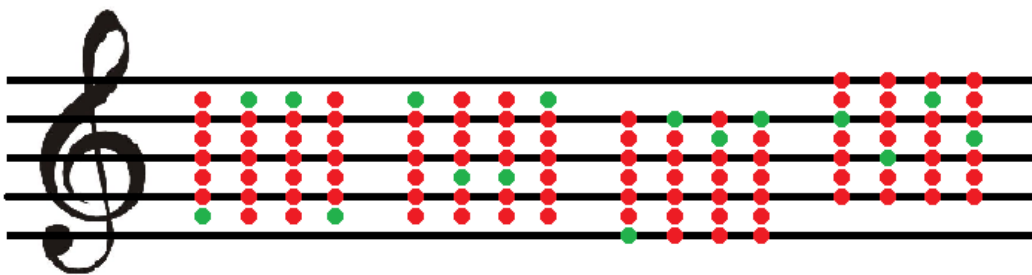


Figura 8. Distribución de los clavos en el tablero de corcho.

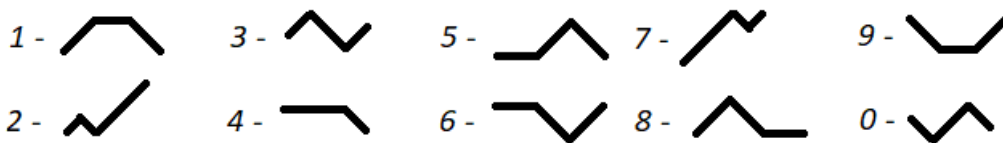


Figura 9. Correspondencia entre representaciones obtenidas en el pentagrama y sus números asociados.

Por otro lado, la tarjeta con las letras de las canciones contendrá los siguientes fragmentos, en los que ciertos caracteres aparecen en mayúscula:

- se trata solo de la FAntasía, atrapado en un deslizaMIento de tierra, sin escapar de la realidad, abre los ojos, levanta la vista al cielo y MIra, yo sólo soy un pobre muchacho, no necesito compasión, porque FÁcil vine, fácil me voy
- MI alma está pintada como LAs alas de las mariposas, los cuentos de hadas del ayer crecerán, pero nunca morirán, puedo voLAr, aMIgos míos
- somos los campeones, aMIgo mío, y seguiREmos peleanDO hasta el final, somos los campeones, no es el momento de los perdedoREs, porque somos los campeones del mundo
- espeREmos que nunca te marches, como de todas las cosas buenas, de ti dependemos, aSÍ que, quédate con nosotros, vieja aMIga, porque te vamos a echar de menos cuanDO nos cansemos de todo lo visual.

Para superar esta fase, la patrulla debe percatarse de que las letras que aparecen en el texto en mayúscula representan series de notas musicales (Fa, Mi, Mi, Fa en la primera; Mi, La, La, Mi en la segunda; Mi, Re, Do, Re en la tercera; y Re, Si, Mi, Do en la cuarta). A continuación, debe utilizar las cuatro cuerdas para representar las series obtenidas enlazando los clavos incrustados en el tablero de corcho correspondientes a dichas notas (marcados en verde en la Figura 8). Con esto, obtendrán cuatro símbolos que podrán traducir, con ayuda de la Tabla 2, en cuatro números correspondientes a la combinación de la caja que se encontraba bajo el yembé: 1970, año en el que Freddie Mercury formó la banda británica *Queen*.

Al abrir esta última caja, la patrulla obtendrá siete púas (0 amarillas, 2 rojas, 4 verdes, 1 azul), una figura blanca de color verde y una imagen de un piano electrónico (véase Figura 10) que les conducirá a dicho instrumento y, por tanto, a la Fase 5 del *escape room*. De nuevo, las púas y la figura deben guardarse para ser utilizadas en la prueba final.



Figura 10. Imagen de un piano electrónico que conducirá a la patrulla a la Fase 5.

3.6. Fase 5. Piano electrónico

La patrulla se dirigirá al piano electrónico, en el cual se encontrarán indicaciones para presionar el botón *Play*, así como varios libros entre los que se hallará uno con partituras de *Queen*. Al presionar el botón, comenzará a sonar la melodía de la canción *We will rock you*.

Para superar esta fase la patrulla debe asociar ese sonido al libro de *Queen* y abrirlo por la página correspondiente a la partitura de la canción *We will rock you*. En ella encontrarán las últimas cuatro púas (1 amarilla, 1 roja, 1 verde, 1 azul), una figura redonda de color azul y una tarjeta con las instrucciones siguientes:

Una melodía incompleta,
desde el comienzo os observa.
Poned cada figura en su lugar,
contad las púas que acabáis de encontrar.
La combinación final con colores se muestra,
¡la antorcha ya es vuestra!



La enseñanza de las matemáticas y la música a través de un *escape room*: una propuesta para fomentar el aprendizaje interdisciplinar

L. Muñoz-Rodríguez, R. Pérez-Fernández, A. B. Ramos-Guajardo, N. Rodríguez Cordero, E. Vigil

El objetivo de estas instrucciones es recordar a la patrulla su objetivo (recuperar la antorcha) y ayudarles a ordenar las púas y las figuras. Con esto, la patrulla habrá alcanzado la Fase 6 del *escape room*.

3.7. Fase 6. Compases, antorcha y regreso al presente

Siguiendo las indicaciones de la última tarjeta, la patrulla debe dirigirse a la pizarra en la que se encuentran los compases incompletos de la canción *Barcelona* (véase Figura 3). Una vez en ella, deben colocar correctamente (es decir, respetando el tempo del compás 4/4) las cuatro figuras encontradas a lo largo de las distintas fases. Para ello, deben sumar la duración de las figuras que aparecen ya representadas y buscar la figura cuya duración completa cada compás. El orden correcto de las figuras es el siguiente:

Negra (amarilla) - Corchea (roja) - Blanca (verde) - Redonda (azul).

Dado que cada figura es de un color, al resolver la prueba anterior, el grupo obtendrá una ordenación de colores (amarillo, rojo, verde, azul), que coinciden con el color de las distintas púas encontradas a lo largo de las fases anteriores (véase Figura 11). Contando las púas de cada color (1 amarilla, 9 rojas, 8 verdes, 7 azules) y ordenándolas según la secuencia anterior, se obtiene el número 1987, año en el que se empezó a componer la canción *Barcelona* y combinación que abre el baúl en el que se encuentra la antorcha. Una vez recuperada la antorcha, la patrulla debe volver al presente (salir del aula) para concluir la actividad.



Figura 11. Conjunto de púas encontradas a lo largo de las fases.

4. Consideraciones finales

Las matemáticas siempre han suscitado una falta de interés y de motivación entre el alumnado (Valle et al., 2016). No obstante, su enseñanza y aprendizaje es de gran importancia por la relevancia que tiene la competencia matemática en la resolución de situaciones interdisciplinares en contextos reales (NCTM, 1991; OCDE, 2019b). En este artículo se presenta una propuesta para el aula que

relaciona la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas con la enseñanza y el aprendizaje de la música a través de un *escape room*, aprovechando el interés que la música suscita en el alumnado (Chao-Fernández, Mato-Vázquez, y Chao-Fernández, 2020) y el potencial de esta actividad de gamificación para reforzar el aprendizaje interdisciplinar y competencial en el ámbito educativo (Barreda García, Gimeno Mallench, López Sáez, y Saport Tomás, 2020; Segura-Robles y Parra-González, 2019). En particular, esta propuesta pretende fomentar, a priori de manera implícita, la estrecha relación que existe entre ambas asignaturas (Matemáticas y Música) a partir de la aplicación de conceptos matemáticos, tales como las fracciones o las simetrías, en el estudio de compases musicales o en la afinación de instrumentos. Así, en la Fase 2 del *escape room*, se ilustra un claro ejemplo de geometría musical, utilizada por artistas como J.S. Bach o W.A. Mozart para componer algunas de sus obras (García-Merayo, 2012). Otro ejemplo se muestra en la última prueba del *escape room*, ya que para completar los compases de la canción *Barcelona* el alumnado debe resolver una suma de fracciones para poder respetar el tempo 4/4 de cada compás. Por tanto, con el desarrollo de este *escape room* el alumnado será consciente de estas conexiones extramatemáticas o interdisciplinares, cuyo refuerzo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas está avalado por el National Council of Teacher of Mathematics (NCTM, 1991) al ser considerado uno de los procesos matemáticos clave.

Sin duda, aunque nuestro planteamiento es que la conexión se muestre a priori de manera implícita, es fundamental que el alumnado perciba estas relaciones. Por ello, una vez completada la actividad de gamificación se recomienda que el docente dedique una sesión posterior a reflexionar sobre los contenidos trabajados en el *escape room* haciendo hincapié en aquellos que relacionan las matemáticas y la música. Debido a la naturaleza de su planteamiento, la duración y el contenido de esta sesión se puede adaptar a las necesidades docentes y las inquietudes del alumnado. El objetivo es mostrar al alumnado las relaciones anteriormente descritas y evitar que perciban ambas asignaturas como materias estancas, ya que se trata de materias simbióticas, que se relacionan y retroalimentan mutuamente. Sin ir más lejos, las fracciones de compás están relacionadas con los números racionales, las partituras son una representación gráfica sobre el plano (considerando como eje de abscisas el tiempo y como eje de ordenadas la altura o frecuencia) y las frecuencias de las distintas notas se obtienen mediante proporciones.

Más allá del enfoque puramente académico, es posible trabajar la relación entre Matemáticas y Música a partir de aplicaciones reales. Anteriormente se ha hablado de la geometría musical: las traslaciones, simetrías o rotaciones están presentes en multitud de composiciones musicales, como el Canon en re mayor de Johann Pachelbel o la Sinfonía n.º 5 en do menor, op. 67, de Ludwig van Beethoven. Otro ejemplo es el conocido Musikalisches Würfelspiel “*Juego de Dados*”, un sistema de composición basado en el lanzamiento de un dado cuyo resultado determina breves pasajes de música que, unidos, dan lugar a una pieza musical. Por último, esta actividad abre la puerta a hablar sobre la música digital, sumando un elemento más a la historia: las nuevas tecnologías. El software de procesamiento y reconocimiento musical tiene una fuerte base matemática que, si bien no se ajusta a este nivel educativo, sí puede tratarse desde un punto de vista divulgativo que ponga la semilla a un interés futuro.

Aunque esta propuesta no incluye el sexto elemento del marco *escapED* propuesto por Clarke y colaboradores (2017), los resultados de estudios anteriores (Barreda García, Gimeno Mallench, López Sáez, y Saport Tomás, 2020; Chao-Fernández, Mato-Vázquez, y López-Chao, 2016; García-Tudela, Solano-Fernández, y Sánchez-Vera, 2020; Muñiz-Rodríguez, Menéndez Fernández, y Rodríguez-Muñiz, 2020; Rodríguez-Muñiz y Sánchez-Díaz, 2017; Segura-Robles y Parra-González, 2019; Veldkamp et al., 2020) nos permiten anticipar que el enfoque interdisciplinar y gamificador sobre el que



La enseñanza de las matemáticas y la música a través de un *escape room*: una propuesta para fomentar el aprendizaje interdisciplinar

L. Muñiz-Rodríguez, R. Pérez-Fernández, A. B. Ramos-Guajardo, N. Rodríguez Cordero, E. Vigil

se sustenta esta actividad ayudará a mejorar, entre otras competencias transversales como el trabajo en equipo, la comunicación o la toma de decisiones, el razonamiento lógico e intuitivo, la capacidad de argumentación y justificación, así como la motivación del alumnado.

Esta propuesta para el aula tiene una inminente implicación práctica en la comunidad científica y educativa puesto que pone a disposición del profesorado de Educación Secundaria una actividad que promueve el aprendizaje interdisciplinar de las matemáticas y la música. Puesto que algunos de los aspectos de esta propuesta de aula son flexibles para ser adaptados a otras materias y otros cursos, se espera que también pueda ser de utilidad para el profesorado de otros niveles educativos como pueden ser Educación Infantil, Educación Primaria y, por qué no, Educación Universitaria.

Las futuras líneas de investigación a seguir requieren que la propuesta para el aula se implemente con un grupo de segundo de Educación Secundaria Obligatoria para así analizar la influencia de la misma en la percepción del alumnado sobre la relación entre ambas materias, así como en su motivación hacia las matemáticas. Lo anterior permitiría dar respuesta al sexto elemento del marco *escapED* propuesto por Clarke y colaboradores (2017) para el diseño de *escape rooms* educativos. Además, se espera que la implementación de esta actividad sirva para identificar puntos fuertes (así como posibles aspectos de mejora) de la presente propuesta para el aula. Esta implementación y evaluación de la propuesta, así como su adaptabilidad para promover la enseñanza y el aprendizaje interdisciplinar de las matemáticas con otras materias, son dos líneas de investigación que se abren a partir de este trabajo.

Agradecimiento

Este trabajo se ha realizado en el marco del Proyecto de Innovación Docente de la Universidad de Oviedo PINN-19-A-051 y del Proyecto TIN2017-87600-P del Ministerio de Ciencia e Innovación de España.

Bibliografía

- Al-Azawi, R., Al-Faliti, F., y Al-Blushi, M. (2016). Educational gamification vs. game based learning: Comparative study. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 7(4), 132-136.
- Ausubel, D. (2000). *The acquisition and retention of knowl-edge: a cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Barreda García, E., Gimeno Mallench, M.C., López Sáez, N., y Saport Tomás, C. (2020) Innovación en evaluación mediante Hall Escape para 1º de la ESO. *Números*, 105, 231-249.
- Brousseau, G. (1999). Educación y didáctica de las matemáticas. *Educación Matemática*, 12(1) 5-38.
- Bruner, J. (1984). *Acción, pensamiento y lenguaje*. Madrid: Alianza Editorial.
- Chamoso, J.M., Durán, J., García, J., Martín, J., y Rodríguez, M. (2004). Análisis y experimentación de juegos como instrumentos para enseñar matemáticas. *SUMA*, 47, 47-58.
- Chao-Fernández, R., Mato-Vázquez, D., y López-Chao, V.A. (2016). ICT as an interdisciplinary learning platform of Mathematics, Music and Arts in Secondary Education. En *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturalism* (pp. 919-923).

- Chao-Fernández, A., Mato-Vázquez, D., y Chao-Fernández, R. (2020). Influence of Musical Learning in the Acquisition of Mathematical Skills in Primary School. *Mathematics*, 8, 1-13.
- Clarke, S., Peel, D.J., Arnab, S., Morini, L., Keegan, H., y Wood, O. (2017). EscapED: A framework for creating educational escape rooms and Interactive Games for Higher/Further Education. *International Journal of Serious Games*, 4, 73-86.
- Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I., y Zabala, A. (1999). Los profesores y la concepción constructivista. En I. Solé y C. Coll (Eds.), *El Constructivismo en el Aula*, 7-23. Barcelona: Graó.
- Csikszentmihályi, M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. Nueva York: Harper Perennial.
- Cuervo, L. (2018). Study of an interdisciplinary didactic model in a secondary education music class. *Music Education Research*, 20(4), 463-479.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., y Nacke, L.E. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “Gamification”. En *Proceedings of the 15th International Academic Mindtrek Conference* (pp. 9-15).
- Diago, P.D., y Ventura, N. (2017). Escape Room: gamificación educativa para el aprendizaje de las matemáticas. *Suma: Revista sobre Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas*, 85, 33-40.
- Escudero, A.M., y Domínguez, J. (2014). De los errores identificados en la investigación a los errores encontrados en un aula de primero de bachillerato. *Números*, 86, 111-130.
- García-Merayo, F. (2012). Música y Matemática. Caminos paralelos. *ACTA*, 62, 65-80.
- García-Tudela, P.A., Solano-Fernández, I.M., y Sánchez-Vera, M.M. (2020). Análisis de una Escape Room educativa en clase de matemáticas de educación primaria. *REDIMAT – Journal of Research in Mathematics Education*, 9(3), 273-297.
- Glasser, W. (1981). *Stations of the mind: New directions for reality therapy*. Nueva York: HarperCollins.
- Gómez, B. (1991). Las Matemáticas y el Proceso Educativo. En Á. Gutierrez, B. Gómez, J. Díaz, y L. Rico, *Área de conocimiento. Didáctica de la matemática* (pp. 59-102). Madrid: Síntesis.
- González-García, A., Muñoz-Rodríguez, L., y Rodríguez-Muñoz, L.J. (2018). Un estudio exploratorio sobre los errores y las dificultades del alumnado de Bachillerato respecto al concepto de derivada. *Aula Abierta*, 47(4), 449-462.
- Heikkinen, O., y Shumeyko, J. (2016). *Designing an escape room with the experience pyramid model*. Recuperado el 9 de diciembre de 2020, de <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/112798/Thesis-HeikkinenShumeyko.pdf?sequence=1>
- Humes, W. (2013). Curriculum for excellence and interdisciplinary learning. *Scottish Educational Review*, 45(1), 82-93.
- Hunicke, R., LeBlanc, M., y Zubek, R. (2004). MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research. En *Proceedings of the AI Workshop, Nineteenth National Conference of Artificial Intelligence*. Recuperado el 14 de enero de 2021, de http://taketurns.pbworks.com/w/file/attachment/63755566/Hunicke_LeBlanc_%26_Zubek_-_MDA_a_formal_approach_to_game_design_and_game_research_-_DiGRA.pdf
- Kaittani, D., Derri, V., y Kioumourtzoglou, E. (2016). Interdisciplinary learning in education: A focus on physics and physical education. *Sport Science*, 9, 22-28.
- Lee, J., y Hammer, J. (2011). Gamification in Education: What, how, why bother? *Academic Exchange Quarterly*, 15(2), 146-151.
- Marczewski, A. (2013). *Gamification: a simple introduction*. Andrzej Marczewski.



La enseñanza de las matemáticas y la música a través de un *escape room*: una propuesta para fomentar el aprendizaje interdisciplinar

L. Muñiz-Rodríguez, R. Pérez-Fernández, A. B. Ramos-Guajardo, N. Rodríguez Cordero, E. Vigil

- Martín-Peña, M.L., Díaz-Garrido, E., y Sánchez-López, J.M. (2015). Coordinación interdisciplinar mediante aprendizaje basado en problemas. Una aplicación en las asignaturas dirección de producción y estadística empresarial. *Revista de Investigación Educativa*, 33(1), 163-178.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2015). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 3, 169-546.
- Muñiz-Rodríguez, L., Alonso, P., y Rodríguez-Muñiz, L.J. (2014). El uso de los juegos como recurso didáctico para la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas: Estudio de una experiencia innovadora. *Unión*, 39, 19-33.
- Muñiz-Rodríguez, L., Menéndez Fernández, C., y Rodríguez-Muñiz, L.J. (2020). Una experiencia de educación matemática mediante aprendizaje cooperativo e integración de competencias en Educación Primaria. *Tangram Revista de Educação Matemática*, 3(3), 178-202.
- NCTM (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston: National Council of Teachers of Mathematics.
- Nicholson, S. (2015). *Peeking behind the locked door: A survey of escape room facilities*. Recuperado el 9 de diciembre de 2020, de <http://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf>
- OCDE (2019a). *OECD Future of Education and Skills 2030. OECD Learning Compass 2030. A series of concept notes*. PISA, OECD Publishing: Paris. Recuperado el 14 de enero de 2021, de <https://bit.ly/3n19WwU>
- OCDE (2019b). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. PISA, OECD Publishing: Paris. Recuperado el 14 de enero de 2021, de <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>
- Oliva, H.A. (2016). La gamificación como estrategia metodológica en el contexto educativo universitario. *Realidad y Reflexión*, 44, 108-118.
- Pastor, A. (2008). Matemáticas en la música. *SUMA*, 59, 17-21.
- Piaget, J. (1947). *La psychologie de l'intelligence*. Paris: A. Colin.
- Pozuelos Estrada, F.J., Rodríguez Miranda, F.P., y Travé González, G. (2012). El enfoque interdisciplinar en la Enseñanza universitaria y el aprendizaje basado en la investigación: Un estudio de caso en el marco de la formación. *Revista de Educación*, 357, 561-585.
- Rodríguez-Hernández, M.M., González-Fernández, J.L., y Rivilla Bastante, R. (2015). Las tablas de multiplicar con sabor a juego. Recursos didácticos. *Números*, 90, 7-19.
- Rodríguez-Muñiz, L.J., y Sánchez-Díaz, I. (2017). Colaboración interdisciplinar entre matemáticas y educación física en educación primaria. En FESPM, Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas (Ed.), *VIII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática* (pp. 161-169). Madrid: FESPM.
- Segura-Robles, A., y Parra-González, M.E. (2019). How to implement active methodologies in Physical Education: Escape Room. *ESHPA - Education, Sport, Health and Physical Activity*, 3(2), 295-306.
- Tiburcio, S. (2002). Música y matemáticas. *ELEMENTOS*, 8, 1-21.
- Valle, A., Regueiro, B., Piñeiro, I., Sánchez, B., Freire, C., y Ferradás, M. (2016). Actitudes hacia las matemáticas en estudiantes de Educación Primaria: Diferencias en función del curso y del género. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 6(2), 119-132.
- Veldkamp, A., Daemen, J., Teekens, S., Koelewijn, S., Knippels, M.C.P., y van Joolingen, W.R. (2020). Escape boxes: Bringing escape room experience into the classroom. *British Journal of Educational Technology*, 51(4), 1220-1239.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.
- Werbach, K., y Hunter, D. (2012). *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. Wharton Digital Press.

La enseñanza de las matemáticas y la música a través de un *escape room*: una propuesta para fomentar el aprendizaje interdisciplinar

L. Muñiz-Rodríguez, R. Pérez-Fernández, A. B. Ramos-Guajardo, N. Rodríguez Cordero, E. Vigil

Wiemker, M., Elumir, E., Clare, A. (2015). Escape Room Games: Can you transform an unpleasant situation into a pleasant one? En J. Haag, J. Weibenböck, W. Gruber, y C.F. Freisleben-Teutscher (Eds.), *Game Based Learning – Dialogorientierung & Spielerisches Lernen Digital und Analog* (pp. 55-68). Viena: Ikon Verlag.

P
R
O
P
U
E
S
T
A
S

P
A
R
A

E
L

A
U
L
A



La enseñanza de las matemáticas y la música a través de un *escape room*: una propuesta para fomentar el aprendizaje interdisciplinar

L. Muñiz-Rodríguez, R. Pérez-Fernández, A. B. Ramos-Guajardo, N. Rodríguez Cordero, E. Vigil

Laura Muñiz-Rodríguez. Departamento de Estadística e I.O. y Didáctica de la Matemática, Facultad de Geología, C/ Jesús Arias de Velasco, s/n, 33005 Oviedo (Asturias). Licenciada en Matemáticas y Doctora en Matemáticas y Estadística por la Universidad de Oviedo y Doctora en Ciencias de la Educación por la Universidad de Gante (Bélgica). Profesora Ayudante Doctora en el Departamento de Estadística e I.O. y Didáctica de la Matemática de la Universidad de Oviedo. Sus publicaciones se han centrado en el campo de la formación inicial y continua del futuro profesorado de matemáticas en Educación Primaria y Secundaria, el empleo de juegos y materiales manipulativos como recursos didácticos para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, y el uso de la retroalimentación en la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Email: munizlaura@uniovi.es

Raúl Pérez-Fernández. Departamento de Estadística e I.O. y Didáctica de la Matemática, Facultad de Ciencias, C/ Federico García Lorca, 18, 33007 Oviedo (Asturias). Licenciado en Matemáticas y Doctor en Matemáticas y Estadística por la Universidad de Oviedo y Doctor en Ciencias Biológicas Aplicadas por la Universidad de Gante (Bélgica). Profesor Ayudante Doctor en el Departamento de Estadística e I.O. y Didáctica de la Matemática de la Universidad de Oviedo. Sus publicaciones se han centrado en los campos de teoría de la agregación y teoría de la elección social.

Email: perezfernandez@uniovi.es

Ana Belén Ramos-Guajardo. Departamento de Estadística e I.O. y Didáctica de la Matemática, Facultad de Ciencias, C/Federico García Lorca, 18, 33007 Oviedo (Asturias). Licenciada en Matemáticas y Doctora en Matemáticas por la Universidad de Oviedo. Profesora Titular Interina en el Departamento de Estadística e I.O. y Didáctica de la Matemática de la Universidad de Oviedo. Sus publicaciones se han centrado en el desarrollo de técnicas de inferencia estadística para el tratamiento de datos imprecisos.

Email: ramosana@uniovi.es

Noelia Rodríguez Cordero. Licenciada en Historia del Arte por la Universidad de Oviedo, Licenciada en Musicología por la Universidad de Oviedo, Título Profesional de Piano por el Conservatorio Superior Eduardo Martínez Torner de Oviedo, Jefa del Departamento de Música del IES Arzobispo Valdés-Salas.

Enrique Vigil. Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, C/ Federico García Lorca, 18, 33007 Oviedo (Asturias). Licenciado en Matemáticas y Doctor en Matemáticas y Estadística por la Universidad de Oviedo. Profesor Ayudante Doctor en el Departamento de Matemáticas de la Universidad de Oviedo. Sus publicaciones se han centrado en el campo de los sistemas dinámicos.

Email: vigilenrique@uniovi.es