

# Escape rooms para la enseñanza de la geometría

## Escape rooms in geometry teaching

Alonso, J., Arcos, A., Fernández-Centeno, M.A., García-Parga, G., Moreno, A., Senent, S., Zariohi, A.  
chus.alonso@upm.es, antonio.arcos@upm.es, miguelangel.fernandez@upm.es, gabriela.gparga@alumnos.upm.es,  
angela.moreno@upm.es, s.senent@upm.es, abdelali.zariohi.boutaleb@alumnos.upm.es

Ingeniería y Morfología del Terreno  
Universidad Politécnica de Madrid  
Madrid, España

**Resumen-** En este trabajo se presentan dos *escape rooms* educativos para el aprendizaje de geometría, dentro de una asignatura de Expresión Gráfica en la Ingeniería Civil. Se describen los dos *escape room* elaborados así como la aplicación práctica de uno de ellos durante el curso 22/23. El primero de ellos cubre contenidos de geometría plana (polígonos, circunferencias y transformaciones) y tiene como hilo conductor las películas de La Guerra de las Galaxias. El segundo trata de resolver el robo de un manuscrito de J.V. Poncelet, incorporando aspectos propios de la Ingeniería Civil. Ambos *escape rooms* se han implementado en la plataforma Escapp, la cual permite, entre otras funcionalidades, facilitar el progreso en la historia y la obtención de pistas. La aplicación práctica de la metodología mostró, a pesar del reducido efecto en la calificación final frente a la metodología tradicional, el enorme interés de los alumnos en este tipo de actividades.

**Palabras clave:** *Escape room, Escapp, Expresión gráfica, Dibujo Técnico, Geometría, Ingeniería civil, La Guerra de las Galaxias.*

**Abstract-** This paper presents two educational *escape rooms* designed for teaching geometry employed in a Graphic Expression class in Civil Engineering. The two *escape rooms*, as well as a practical application during the 22/23 academic year, are described. The first corresponds to plane geometry (polygons, circumferences, and transformations) and the story is set in the Star Wars movies. In the second, the students must solve the theft of a J.V. Poncelet's manuscript, incorporating elements of Civil Engineering. Both *escape rooms* have been implemented on the Escapp platform, which allows the students, among other features, to facilitate progress in the story and obtain clues. The practical application of the methodology showed, despite the reduced effect on final marks compared to the traditional methodology, the great interest of the students in this type of activity.

**Keywords:** *Escape room, Escapp, Graphical expression, Technical drawing, Geometry, Civil engineering, Star Wars.*

### 1. INTRODUCCIÓN

Los primeros cursos de las carreras de ingeniería están formados por asignaturas básicas (como matemáticas, física, dibujo técnico...) con una elevada carga de horas. Esto repercute en la motivación del alumno, puesto que implica poca novedad y les cuesta percibir la relación con la carrera elegida. Por ello, resulta adecuado acudir a metodologías docentes que incentiven la participación de los alumnos, entre las que se encuentran los *escape rooms* (o juegos de escape).

De acuerdo con Veldkamp et al. (2020), los *escape rooms* son juegos en los que los jugadores, formando un grupo, se enfrentan a desafíos para poder completar una misión en un tiempo limitado. Como indican estos autores, aunque inicialmente el objetivo de estos juegos era salir (o escapar) de una habitación, actualmente existe una amplia variedad y el juego consiste, por ejemplo, en resolver un asesinato o abrir una caja fuerte. Los primeros *escape rooms*, de carácter lúdico, surgen a principios del siglo XX, difundiéndose enormemente a partir de entonces, y es, en los últimos años de la década pasada, cuando se empiezan a elaborar propuestas en el ámbito educativo. Éstas se orientan, inicialmente, al desarrollo de las habilidades blandas (o *soft skills*), como trabajo en equipo o liderazgo, posteriormente al desarrollo de habilidades socio-culturales, como la seguridad informática, y finalmente al aprendizaje de contenidos académicos (López-Pernas, 2021a).

A diferencia de otras metodologías docentes, no existen muchos estudios que analicen la efectividad de los *escape rooms* en el proceso de aprendizaje. Se puede citar, por ejemplo, a Eukel et al. (2017) o Cotner et al. (2018), los cuales apreciaron un impacto positivo del uso del *escape room* en el aprendizaje. Por el contrario, Clauson et al. (2019) llegan a presentar un cierto efecto negativo del uso de esta metodología (aunque justificada por las características de las pruebas de control realizadas). En cualquier caso, varios estudios sí constatan la valoración positiva que los alumnos hacen de este tipo de actividades (e.g., Boysen-Osborn, 2018) lo cual demuestra su interés como herramienta para motivar el trabajo del alumno.

A pesar de lo anterior, el número de propuestas en el campo del Dibujo Técnico, y particularmente en el de la geometría, es muy limitado. Así se observa en plataformas que alojan recursos para docentes, como *teacherspayteachers.com*, donde la proporción de *escape rooms* entre matemáticas y geometría es superior a 10; y de 40 a 1 en el caso de recursos etiquetados para educación superior. Asimismo, es difícil encontrar disponibles en internet *escape rooms* sobre geometría elaborados en español, siendo, en cualquier caso, todos para educación preuniversitaria.

Es por ello que, con el objetivo de mejorar la motivación de los alumnos en el aprendizaje de la geometría, la Unidad Docente de Expresión Gráfica de la ETSI de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), está desarrollando un Proyecto de Innovación Educativa que contempla la elaboración de dos *escape rooms* sobre contenidos

propios de esta materia. En este trabajo se presenta el material elaborado, así como los resultados de una primera aplicación práctica durante el curso 2022/2023.

## 2. CONTEXTO

La enseñanza del Dibujo Técnico dentro de la ETSI de Caminos, Canales y Puertos se divide en dos partes: geometría y sistemas de representación. La primera de ellas engloba aspectos como, entre otros, polígonos, circunferencias y curvas cónicas y está orientada al desarrollo de la capacidad de razonamiento. La parte de sistemas de representación, que incluye entre sus contenidos la elaboración de croquis de piezas en 3D o la perspectiva cónica, está enfocada al desarrollo de la visión espacial del alumno.

Aunque ambas partes presentan dificultades, los alumnos suelen preferir los contenidos relacionados con los sistemas de representación, en los que la parte teórica es menor y se ejercitan mediante la práctica. Por el contrario, la geometría presenta dos dificultades principales. Por un lado, exige una comprensión y memorización de propiedades geométricas. Y, por otro lado, la aplicación de dichas propiedades para la resolución de los ejercicios no es directa y les hace pensar que los problemas se resuelven por “idea feliz”. Esto provoca que centren sus esfuerzos en la parte de sistemas de representación dejando a un lado la geometría, lo cual se refleja en su trabajo (menor asistencia a clase, menos tutorías sobre los contenidos de geometría y mayor abandono durante los exámenes).

Éstas son las razones que han motivado el Proyecto de Innovación Educativa antes citado y la elaboración de los *escape rooms* descritos a continuación.

## 3. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLÓGIA

Se han desarrollado dos *escape rooms* sobre los contenidos de geometría de la asignatura de Expresión Gráfica. El primero de ellos sobre la parte del temario correspondiente a geometría plana (polígonos, circunferencias, transformaciones y lugares geométricos); y el segundo sobre cónicas (elipse, parábola e hipérbola).

En la exposición que sigue, se presentan cada uno de estos *escape rooms*, destacando los elementos que los caracterizan: basado en equipos, objetivo final, tiempo limitado, narrativa, acertijos y aspectos educativos (López-Pernas, 2021a).

Ambos *escape rooms* se han implementado en la plataforma Escapp (López-Pernas, 2021b), desarrollada por el Grupo de Innovación Educativa CyberAula de la UPM. Entre las ventajas de esta plataforma cabe destacar las herramientas para el seguimiento del *escape room* y la obtención de pistas, las cuales puede solicitar el alumno de manera autónoma.

### A. *Escape Room sobre geometría plana*

Este *escape room* se ha ambientado en el universo de las películas de La Guerra de las Galaxias. Como hilo conductor se ha elegido el ataque a la Estrella de la Muerte del Episodio IV.

El *escape room* está compuesto por tres retos, cada uno de los cuales se divide en dos partes: en la primera parte los alumnos deben resolver un acertijo típico de los *escape rooms*, como un puzzle o un código secreto. Mediante ese acertijo obtienen un dato que utilizan en la segunda parte del reto. La segunda parte está constituida por un problema de geometría

plana, en el que emplean el dato de la primera parte y en el que tienen que aplicar los conocimientos propios de la asignatura.

Los tres ejercicios propuestos son:

- Punto sobre una recta cuya relación de distancias a dos puntos fijos es constante.
- Recta equidistante a dos circunferencias.
- Circunferencia tangente a una recta pasando por un punto.

Los acertijos previos a los ejercicios son un puzzle, un código morse y un mensaje de tipo “*fancy folding*”, que es necesario doblar en formato acordeón para poder leerlo.

A continuación, se muestra el segundo de los retos y un ejemplo de la interfaz de la plataforma Escapp (Figura1):

“Ya estáis en el espacio. La aproximación a la Estrella de la Muerte se hará en línea recta entre dos de las lunas de Yavin: Yavin 2 y Yavin 3. El centro de Yavin 2 está en  $(x = 2400 \text{ km}, y = 5200 \text{ km}, z = 0)$  y el centro de Yavin 3 en  $(x = 6000 \text{ km}, y = 1200 \text{ km}, z = 0)$ . Tenéis indicados estos centros en la hoja de reto. Yavin 2 tiene un radio de 2000 km pero el radio del Yavin 3 no lo conocemos. Os lo podrá decir el droide de vuestra nave antes de empezar la trayectoria. La aproximación hacedla desde el punto A de coordenadas  $(x = 6800, y = 3600)$  y manteneos siempre en  $z = 0$ . (Tenéis marcado el punto A en la hoja de ruta). Debido a las inestabilidades de la superficie en ambas lunas, tenéis que pasar a la misma distancia de Yavin 2 y de Yavin 3. Introducid en la casilla de solución el radio de Yavin 3 (en km, redondeando a los centenares de km más próximos).”



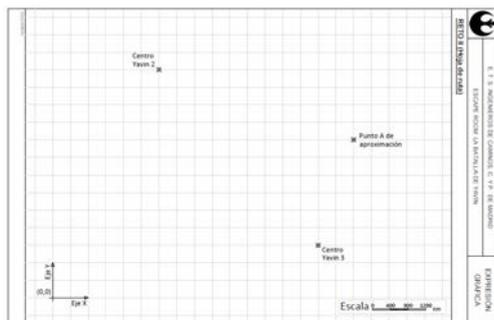
**Figura 1.** Interfaz de la plataforma Escapp en la segunda parte del primero de los retos.

La primera parte del reto consiste en determinar el radio de Yavin 3 a partir del mensaje del droide. Se trata de un mensaje en código morse grabado con un programa que simula los ruidos característicos del droide R2D2 de las películas de La Guerra de las Galaxias. La segunda parte exige resolver un problema de recta equidistante a dos circunferencias pasando por un punto, el cual se puede resolver por simetría.

El material facilitado al alumno fue el necesario para la resolución de los acertijos y tres hojas de respuesta como la mostrada en la Figura 2, donde los alumnos debían resolver los ejercicios de geometría. Asimismo, para la introducción de la actividad se preparó un video con la entrada típica de las películas de La Guerra de las Galaxias.

Una de las características importantes de los *escape rooms*, y que mayores dificultades presenta para su implementación, son las pistas. Éstas son necesarias para que los alumnos que no

sean capaces de resolver un reto, puedan seguir avanzando en la historia. Como se ha indicado, la plataforma Escapp permite facilitar estas pistas sin la intervención del profesor. En este caso las pistas son diferentes según se trate del acertijo típico de los *escape rooms* o del ejercicio de la asignatura. En el primer caso se dan dos pistas, la primera indica que se debe hacer para resolver el acertijo mientras que la segunda da, directamente, la solución del acertijo. En el caso de los ejercicios propios de la asignatura se dan hasta cuatro pistas. La primera de ellas, que se puede pedir independientemente de las demás, es un esquema gráfico del ejercicio. Las otras tres pistas son: (i) la referencia a la parte del temario que se debe emplear; (ii) el procedimiento a seguir; y (iii) la solución del ejercicio. La plataforma Escapp permite controlar el tiempo que debe pasar entre dos pistas, así como hacer un seguimiento del número de pistas que los alumnos han solicitado.



**Figura 2.** Formato de las hojas de respuesta facilitadas a los alumnos para la resolución de los ejercicios.

#### B. *Escape Room sobre curvas cónicas*

En este caso el hilo conductor es un robo en la Escuela de Caminos de un ejemplar del *Traité des propriétés projectives des figures* de Jean-Victor Poncelet. Los alumnos deben descubrir la identidad del ladrón a partir de su diario, en el que describe la visita a varias obras arquitectónicas y de ingeniería donde aparecen las curvas cónicas. De esta forma, se pretende motivar el trabajo del alumno, no solo por la propia metodología de *escape room*, sino por incluir contenidos propios de la carrera.

Al igual que en el otro *escape room*, se plantean tres retos compuestos cada uno de ellos por un acertijo típico de los *escape rooms* y un problema clásico de curvas cónicas. En este caso los acertijos permiten encontrar los lugares donde se encuentran cada una de las obras visitadas por el ladrón.

Los tres ejercicios a resolver son:

- Elipse dada por dos tangentes, foco y dirección del eje
- Parábola dada por vértice, punto y dirección del eje.
- Hipérbola dada por asíntotas y punto.

A modo de ejemplo se muestra la entrada de diario que da lugar al ejercicio de elipse (así como la figura que lo acompaña, Figura 3).

“22 de octubre. Florencia, preciosa ciudad. Ayer fui a ver el Puente de la Trinidad, sobre el río Arno. De los pocos puentes de arco elíptico; lo habitual son los puentes de arcos parabólico, puesto que transmiten mejor la carga a los pilares. Me paré un momento a verlo desde el puente Vechio y le hice una fotografía preciosa. Veo a ese chico pasear y me imagino las dos tangentes a la elipse desde sus ojos. Con la posición de

uno de los focos, justo ahí, y como el eje principal es horizontal, ya se puede resolver la elipse.”



**Figura 3.** Imagen que acompaña a la entrada del diario con el problema de la elipse en el *escape room* de curvas cónicas. (A partir de De la Serna, 2017)

#### 4. DESCRIPCIÓN DEL CASO PRÁCTICO

A continuación, se describe la aplicación práctica que se llevó a cabo del *escape room* sobre geometría plana durante el curso 22/23 en la asignatura de Expresión Gráfica del Grado en Ingeniería Civil y Territorial de la UPM.

##### A. Organización de la actividad

La actividad se propuso dentro del horario de clase, como una actividad voluntaria con peso en la calificación final. Se realizó durante una de las clases prácticas donde habitualmente los alumnos resuelven ejercicios guiados por el profesor. Así, se dio la opción de realizar el *escape room* o realizar la práctica habitual.

Los alumnos se agruparon de tres en tres, empleando para ello la propia plataforma Escapp que permite que los alumnos se apunten a un grupo o formen uno nuevo. Se dio total libertad a los alumnos para que formasen los grupos.

Previamente a la fecha de realización del *escape room*, se envió a los alumnos las instrucciones para la actividad, donde se incluía una introducción al *escape room*, el manejo de la plataforma Escapp, así como unas recomendaciones generales.

##### B. Durante la actividad

La actividad fue atendida por un profesor y por un alumno que ya había superado la asignatura y que había ensayado el *escape room*. Mientras que el profesor se encargó de resolver las dudas relativas a la asignatura, el alumno ayudó a sus compañeros con el manejo de la plataforma y la resolución de los acertijos.

Aunque la plataforma Escapp permite controlar el progreso de los alumnos, estos tuvieron que entregar las hojas de respuesta (Figura 2) con su solución de los ejercicios. De esta forma se pudo comprobar la correcta resolución de los problemas, porque había la posibilidad de que avanzasen en el *escape room* simplemente proponiendo valores consecutivos hasta obtener el resultado correcto.

##### C. Después de la actividad

Para calificar la actividad se consideró únicamente la participación, puntuando más en el caso de que completasen el *escape room* con los ejercicios correctamente resueltos. (En la práctica esto representó la misma calificación que los alumnos que habían realizado la práctica habitual).

No hubo ninguna prueba específica sobre los contenidos trabajados en el *escape room*. No obstante, como se comenta en el siguiente apartado, se ha empleado el examen parcial de la asignatura para valorar la incidencia de la actividad en el proceso de aprendizaje. El examen parcial constaba de 3 ejercicios, uno de los cuales era específico de geometría plana.

Finalmente, los alumnos que realizaron el *escape room* contestaron una encuesta sobre el mismo, valorando el interés de la actividad y si consideraban que había sido beneficioso para su formación.

## 5. RESULTADOS

Un total de 33 alumnos participaron en el *escape room*, formando 11 grupos de 3 alumnos. Por el contrario, 59 alumnos prefirieron realizar la práctica habitual. Debido a que era la primera vez que se realizaba una actividad de este tipo, existía la preocupación por el elevado número de alumnos. Es por ello que no se incentivó en exceso la participación, limitando el tiempo en el que podían apuntarse, y se favoreció la práctica habitual, al permitir que los alumnos la pudiesen entregar fuera del horario de clase.

El *escape room* fue completado únicamente por 2 de los 11 grupos. Las pruebas previas habían mostrado el peligro de que los alumnos se atasquen en alguno de los acertijos y no quisieran emplear las ayudas, agotando el tiempo disponible de 1 hora. Por ello, se simplificaron los acertijos y se insistió en la necesidad de emplear las ayudas. Sin embargo, únicamente 3 grupos llegaron al último ejercicio, quedándose los demás grupos en el segundo.

### A. Examen

El examen parcial permitió comparar los resultados de los alumnos que realizaron el *escape room* frente a los que no, tanto en los contenidos trabajados en el *escape room*, como en los que quedaron fuera. En el ejercicio de geometría existió una pequeña diferencia a favor de los alumnos que realizaron el *escape room* (nota media de 3.1 frente a 2.9, sobre 10). Sin embargo, esta diferencia también existió en los otros dos ejercicios (notas medias de 2.9 y 5.1 frente a 2.1 y 4.8), por lo que no se puede concluir en un efecto favorable, respecto a la metodología tradicional, en el aprendizaje de los alumnos.

### B. Encuesta

La encuesta fue respondida por 10 alumnos de los 33 que habían hecho la actividad. Aunque quizás no son representativos, valoraron muy positivamente la actividad en su formación (8.7 sobre 10), no teniendo dudas de su elección del *escape room* frente a la práctica habitual (10 de 10) y mostrando su deseo de contar con más actividades de este tipo (10 de 10).

## 6. CONCLUSIONES

En este trabajo se han presentado dos *escape rooms* para el aprendizaje de la geometría a nivel universitario, dentro de una asignatura de un Grado en Ingeniería Civil, así como una aplicación práctica de uno de ellos.

Los resultados obtenidos no muestran una incidencia directa en las calificaciones de los alumnos. No obstante, sí ha quedado claro el interés de los alumnos por este tipo de metodologías.

Una vez terminada la experiencia práctica, se han extraído, entre otras, las siguientes conclusiones:

- Se trata de una actividad que exige bastante tiempo de preparación, especialmente si se quiere desarrollar una historia coherente y atractiva.
- Es conveniente algún tipo de plataforma que permita el desarrollo de la actividad, así como la obtención de pistas.
- Se puede realizar una actividad interesante sin necesidad de comprar material de elevado precio para los acertijos.
- Es difícil estimar el tiempo necesario para la realización del *escape room*, por lo que se debe partir de un planteamiento sencillo, disponiendo de tiempo extra por si se ha de extender la actividad.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos mostrar aquí nuestro agradecimiento a la Universidad Politécnica de Madrid, la cual financia este trabajo mediante el PIE IE23.0407 *Gamificando la Expresión*. Asimismo, damos las gracias a todos los alumnos de primer curso del Grado en Ingeniería Civil y Territorial de la ETSI de Caminos, CC y PP que realizaron la actividad.

## MATERIAL SUPLEMENTARIO

Se adjunta en el siguiente enlace el material elaborado para la realización de los *escape rooms* de geometría plana (La Batalla de Yavin) y cónicas (Robo en la Escuela): <https://short.upm.es/djja3>.

## REFERENCIAS

- Boysen-Osborn, M., Paradise, S., y Suchard, J. (2018). The Toxiscap Hunt: An Escape Room-Scavenger Hunt for Toxicology Education. *Journal of Education and Teaching in Emergency Medicine*, 3(1), 9–19.
- Clauson, A., Hahn, L., Frame, T., Hagan, A., Bynum, L.A., Thompson, M.E. y Kinningham, 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.
- Cotner, S., Smith, K.M., Simpson, L., Burgess, D.S. y Cain, J. (2018). 1311. Incorporating an “Escape Room” Game Design in Infectious Diseases Instruction. *Open Forum Infectious Diseases*, 5(Suppl.1), S401.
- De la Serna, C. El puente de Florencia (2017). <https://carladelaserma.com/el-puente-de-florencia/>
- Eukel, H.N., Frenzel, J.E., y Cernusca, D. (2017). Educational Gaming for Pharmacy Students - Design and Evaluation of a Diabetes-themed Escape Room. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 81(7).
- López-Pernas, S. (2021a). *Contribution to the understanding, creation and conduction of technology-enhanced educational escape rooms*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- López-Pernas, S., Gordillo, A., Barra, E., y Quemada, J. (2021b). Escapp: A web platform for conducting educational escape rooms. *IEEE Access*, 9, 38062–38077.
- Veldkamp, A., van de Grint, L., Knippels, M.C. y van Joolingen, W.R. (2020). Escape education: A systematic review on escape rooms in education. *Educational Research Review*, 31, 100364.