

Carmen
López Esteban
(ed.)

Aulas Innovadoras **en la Formación** **de los Futuros Educadores** **de Educación Secundaria**

**Modelos y Experiencias en el Máster en Profesor
de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato,
Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas**



Aulas Innovadoras

*en la Formación de los Futuros Educadores
de Educación Secundaria*

Carmen López Esteban (ed.)

Aulas Innovadoras

*en la Formación de los Futuros Educadores
de Educación Secundaria*

***Modelos y Experiencias en el Máster en Profesor
de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato,
Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas***



Ediciones Universidad
Salamanca

AQUILAFUENTE, 290

©

Ediciones Universidad de Salamanca
y los autores

1ª edición: julio, 2020

ISBN: 978-84-1311-323-4 (impreso)

978-84-1311-322-7 (PDF)

DOI: <http://dx.doi.org/10.14201/0AQ0290>

Depósito legal: S 134-2020

Ediciones Universidad de Salamanca
Plaza San Benito, s/n
E-37002 Salamanca (España)
<http://www.eusal.es>
eus@usal.es

Realizado en UE-Made in EU

Diseño y maquetación:
Helvética edición y diseño

Impresión y encuadernación:
Gráficas LOPE
C/ Laguna Grande, 2, Polígono «El Montalvo II»
www.graficaslope.com
37008 Salamanca. España

Todos los derechos reservados.

*Ni la totalidad ni parte de este libro puede reproducirse ni transmitirse
sin permiso escrito de Ediciones Universidad de Salamanca*

Obra sometida a proceso de evaluación mediante sistema de doble ciego

Ediciones Universidad de Salamanca es miembro de la UNE
Unión de Editoriales Universitarias Españolas
www.une.es



CEP. Servicio de Bibliotecas

AULAS innovadoras en la formación de futuros educadores de Educación Secundaria:
modelos y experiencias en el Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria
y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas / Carmen López Esteban (ed.).
—1ª edición: julio, 2020.—Salamanca : Ediciones Universidad de Salamanca, [2020]

420 páginas : ilustraciones (blanco y negro).—(Aquilafuente ; 290)

Incluye referencias bibliográficas

Abstracts en español e inglés

1. Profesores (Enseñanza secundaria)-Formación. 2. Enseñanza-Innovaciones.
I. López Esteban, María Carmen, 1963-, editor.

373.5.011.3-051

37.012

Índice

Presentación	11
Experiencia de Innovación en la asignatura de Orientación Educativa (tutorial y familiar). Vídeo argumentativo en el diseño de una sesión de tutoría	17
<i>Susana Olmos Migueláñez, Eva María Torrecilla Sánchez, Adriana Gamazo García</i>	
Propuesta de modelo Canvas para la generación de proyectos de innovación docente	31
<i>M. Isabel González-Bravo</i>	
Ecosistemas didáCTicos para la docencia en el aula universitaria	49
<i>Rodrigo Morchón, José Manuel Fernández Ábalos, Jesús de la Torre, Elena Carretón</i>	
Hackatones universitarios como espacios alternativos de aprendizaje. La experiencia de participación de la Universidad de Salamanca en HackForGood	63
<i>Teresa Martín García, Fernando E. Almaraz Menéndez</i>	
Del aula al cine. Análisis de una actividad docente	83
<i>María Marcos Ramos</i>	
Migración, desplazamiento y educación universitaria: el reconocimiento entre países de competencias y cualificaciones del profesorado	95
<i>Carmen López Esteban, Fernando E. Almaraz Menéndez</i>	
La <i>yincana</i> : un recurso formativo en la enseñanza superior	115
<i>M^a José Daniel, Belén Tabernero, Carlos Marcos</i>	
No te escapes	135
<i>Lucía Esperanza Tardáguila, María Jesús Santos, Cristina Prieto, María Dolores Merchán</i>	
La formación de los futuros trabajadores: adquisición de competencias transversales de empleabilidad a través de referencias a personajes ejemplares	157
<i>María Luisa Martín Hernández, Alberto San Segundo Fernández</i>	

Clima y realidad aumentada: propuesta didáctica para analizar los mapas del tiempo	177
<i>Rubén Fernández Álvarez</i>	
El paisaje lingüístico urbano en las clases de Lengua Castellana. La gramática en el discurso	189
<i>C. Vanesa Álvarez-Rosa</i>	
La evaluación individual del trabajo en grupo en el aula de lengua	209
<i>Vicente J. Marcet Rodríguez</i>	
La aljamía hispanohebraica y la variedad sefardí: una propuesta de didáctica de lengua y literatura en la enseñanza secundaria	231
<i>Manuel Nevot Navarro</i>	
Proyectos Escritiva y Escrivarte: la escritura creativa en clase de PLE	245
<i>Paula Cristina Pessanha Isidoro</i>	
La intercomprensión francés-español/español-francés: empleo de las redes sociales como modelo de innovación docente	263
<i>M^a Victoria Rodríguez</i>	
El musicomovigrama como recurso didáctico para el trabajo de la escucha en Secundaria	277
<i>Sonsoles Ramos, Ana María Botella</i>	
El software y hardware de código abierto como plataforma educativa en la asignatura de Tecnología en Secundaria	293
<i>Camilo Ruiz Méndez</i>	
Unidad didáctica: realización de controles analíticos sencillos	307
<i>Beatriz Argibay, María Consuelo Sancho</i>	
Programar en música para Educación Secundaria Obligatoria. Las nuevas tecnologías y la diversidad cultural	315
<i>Irene Elisa López</i>	
Historia de sí mismo: el ensayo como contrapunto al comentario de texto	325
<i>Ángel Villa Fuertes, M^a Teresa López de la Vieja de la Torre</i>	
La infoxicación en las aulas de secundaria: análisis y propuesta didáctica	333
<i>Pablo García Hernández, Carla Amorós Negre</i>	

Antigua Roma y poder en el cine: una propuesta de método didáctico	343
<i>Javier Antonio Sánchez Martínez</i>	
La creatividad léxica en Educación Secundaria Obligatoria: el proyecto ficcionario	353
<i>Leire Fidalgo, Itziar Molina Sangüesa</i>	
El aprendizaje por talleres en Educación Secundaria	369
<i>Lara Santos</i>	
Innovando en el aula de Geología: <i>Escape Room</i> y cortes geológicos	377
<i>Israel Esgueva, Antonio Martínez-Graña</i>	
Definición y rasgos del <i>trickster</i> como material didáctico para el aula	387
<i>Noelia Bernabeu</i>	
Propuesta didáctica para Dibujo Técnico de 1º de Bachillerato	395
<i>Elvira Hernández García, Santiago García Juanes</i>	
Creando relación de colaboración: un estudio de casos sobre la adquisición de un proceso de ayuda en orientación educativa	409
<i>Regina Mena, Emilio Sánchez Miguel</i>	



No te escapes

Do not escape

Lucía Esperanza Tardáguila

Facultad de Ciencias
letardaguila@usal.es

María Jesús Santos

Facultad de Ciencias
smjesus@usal.es

Cristina Prieto

Facultad de Ciencias
cprieto@usal.es

María Dolores Merchán

Facultad de Ciencias Químicas
mdm@usal.es

Resumen

En este trabajo se presenta un *Juego de Fuga* diseñado para que estudiantes de Física y Química de 4º de ESO practiquen lo aprendido en el tema de Fluidos. Un *Juego de Fuga* (o *Escape*) es una actividad en la que el alumnado se enfrenta en un tiempo limitado a diferentes enigmas y pruebas que retarán sus conocimientos y recursos. Al introducir la *gamificación* en el aula se pretende incrementar la motivación de los estudiantes, al mismo tiempo que se ponen en juego capacidades que a menudo quedan en un segundo plano dentro de la educación formal, como la participación activa, el trabajo en equipo, la comunicación eficaz, la iniciativa o la creatividad. Se propicia el diálogo y la resolución de problemas en un contexto diferente.

En el texto se describe la metodología utilizada en el *Juego de Fuga* y su desarrollo, detallándose las cinco pruebas propuestas. La actividad se ha llevado a cabo con estudiantes de dos centros educativos de Castilla y León, lo que ha permitido su evaluación. En la misma se ha puesto de manifiesto que para un alto porcentaje de alumnos el *Juego de Fuga* ha ayudado a afianzar los conocimientos adquiridos, además de resultar motivadora y divertida.

GAMIFICACIÓN, JUEGO DE FUGA, ESCAPE ROOM, BREAKOUT, JUEGOS EDUCATIVOS, FÍSICA Y QUÍMICA, FLUIDOS

Abstract

In this work, a *BreakOut* is presented, framed on the topic of Fluids, within the Physical and Chemical subject, with 15-16 years old students. An escape game is an activity in which students face in a limited time puzzles and tests that will challenge their knowledge and resources. This is intended to introduce gamification in the classroom, to motivate students, while developing skills that often remain in the background within formal education, such as active participation, teamwork, effective communication, initiative or creativity. Promoting peer dialogue and problem solving in a different context.

The text describes the methodology to carry out the *BreakOut*, as well as the details for the five test proposed. The activity has been implemented with students from two different schools, which has allowed their evaluation. It has shown that a high percentage of students believe that the *BreakOut* has helped them strengthen the knowledge acquired, as well as being motivating.

GAMIFICATION, ESCAPE GAME, ESCAPE ROOM, BREAKOUT, EDUCATIONAL GAMES, PHYSICS AND CHEMISTRY, FLUIDS

El aprendizaje *basado en el juego o gamificación* es una técnica educativa que aplica en contextos formales de aprendizaje los elementos motivadores de los juegos, para involucrar a los alumnos en procesos complejos. Los beneficios pedagógicos de este tipo de metodología son numerosos, destacando un aumento significativo de la automotivación, la autoconfianza y la autoestima, además del desarrollo de competencias intelectuales, sociales y personales (Prensky 2001). En este contexto es más fácil conseguir una adquisición significativa de conocimientos y habilidades, que si la información fuera recibida de manera pasiva; lo que se traduce en un aumento del rendimiento académico. La idea de la motivación para mejorar el aprendizaje no es nueva, Goleman en 1995 ya exponía que si se experimentan sensaciones positivas a la hora de realizar algo se piensa mejor y con más claridad. La principal razón para diseñar un *Juego de Fuga* es motivar a los alumnos y utilizar esta motivación como motor de su aprendizaje.

Hay dos tipos de *Juegos de Fuga*, *Escape Room* y *BreakOut*. Ambos pueden definirse como juegos inmersivos basados en el trabajo colaborativo, en los que los jugadores van descubriendo pistas y resolviendo enigmas, en una o varias estancias, con el fin de alcanzar unos objetivos en un tiempo limitado. En los *Escape Room* el reto final es escapar de la habitación (Nicholson 2015), mientras que en los *BreakOut* el objetivo final es abrir una caja. Normalmente se forman grupos de entre 2 y 6 personas y el tiempo para conseguir el objetivo final es de 60 minutos. El formato puede adaptarse a la situación y a la dificultad del propio juego.

Cada vez son más los docentes que se animan a implantar este tipo de experiencias en sus clases, no sólo en educación primaria o secundaria (Vörös 2017, Peleg 2019), sino también en la universidad (Hermanns 2017, Clarke 2017, Martin-Carballo 2018, Santos 2019, Queiruga-Dios 2020). Los resultados de estas experiencias demuestran que no sólo aumentan la motivación y la implicación de los alumnos, sino también la comprensión de conceptos y la adquisición de competencias clave.

Objetivos

Los objetivos que se trata de alcanzar son:

- Diseñar un *Juego de Fuga*, para el tema de Fluidos, en la asignatura de Física y Química de 4º de la ESO que sirva para fijar y repasar los conceptos trabajados.
- Después de haber realizado la actividad en dos centros de Secundaria y Bachillerato de Castilla y León, valorar sus resultados, analizando la motivación de los alumnos y destrezas puestas en juego durante el desarrollo de la misma.

Contenidos sobre los que se trabaja

Los contenidos que se trabajan con la actividad diseñada son los correspondientes a la parte de Fluidos de 4º de la ESO, incluidos en el bloque 2: *“El movimiento y las fuerzas”*; según la ORDEN EDU/362/2015 (BOCYL 86 2015), de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. En la Tabla 1 se recogen los contenidos, junto con los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables.

Metodología

Tras formar los equipos de jugadores se introduce y motiva la actividad a través de un vídeo con el que se sumerge a los alumnos en una historia que será el

hilo conductor del *Juego de Fuga*. En la presentación se les indicará claramente cuál es el objetivo final que tienen que lograr. En el siguiente enlace se puede ver el vídeo preparado para este juego: <https://drive.google.com/open?id=17yHTLxwuci4F528TKH7Uz0pPBgiS044L>. En dicho vídeo se ve a un grupo de personas planeando un ataque contra los depósitos de agua de la ciudad de Salamanca. Si el ataque llegara a realizarse, toda el agua potable de la ciudad acabaría contaminada. En la escena final del vídeo se lanza la cuenta atrás del tiempo que los equipos tienen para superar todas las pruebas y evitar así esta catástrofe.

Una vez que los grupos saben que su objetivo es salvar los depósitos de agua de Salamanca, comienza el juego. Dependiendo de las instalaciones de que se disponga y del número de grupos, existen dos modalidades: con búsqueda de una serie de objetos que previamente han sido escondidos por la habitación o sin búsqueda. En la *modalidad con búsqueda* el docente previamente ha tenido que esconder parte del material y de las pistas por la habitación. Para ello es necesario contar con un espacio en el que no haya objetos que no se tenga claro si pertenecen o no al *BreakOut*, y que el número de grupos no sea mayor de 2 o 3. Si más de un grupo va a buscar en el mismo aula, el material de cada grupo ha de estar diferenciado, por ejemplo, con pegatinas de colores. De este modo cada grupo sólo podrá coger pistas que tengan la pegatina de un determinado color. Si no se dispone de suficiente espacio para esconder las pruebas o el número de grupos es alto, existe la posibilidad de realizar la actividad sin esconder las pistas, bastará con entregar a cada grupo al inicio de la prueba todo el material que necesita para alcanzar el objetivo final.

El tiempo para realizar todas las pruebas es de 1 hora, pudiéndose ampliar o reducir siempre que el docente lo considere oportuno. Durante ese tiempo los participantes irán resolviendo las distintas pruebas, poniendo en funcionamiento diferentes habilidades y, sobre todo, colaborando todos los componentes de cada grupo. El profesor actúa como guía de la actividad, proporcionando pistas y ayuda ante las posibles dificultades que puedan surgir.

Tabla 1. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables del tema de Fluidos, 4º de la ESO (Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León).

CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
<p>Presión. Aplicaciones</p> <p>Principio fundamental de la hidrostática</p> <p>Principio de Pascal. Aplicaciones prácticas</p> <p>Principio de Arquímedes. Flotabilidad de objetos</p> <p>Física de la atmósfera: Presión atmosférica y aparatos de medida. Interpretación de mapas del tiempo</p>	<p>12. Reconocer que el efecto de una fuerza no solo depende de su intensidad sino también de la superficie sobre la que actúa.</p> <p>13. Interpretar fenómenos naturales y aplicaciones tecnológicas en relación con los principios de la hidrostática, y resolver problemas aplicando las expresiones matemáticas de los mismos.</p> <p>14. Diseñar y presentar experiencias o dispositivos que ilustren el comportamiento de los fluidos y que pongan de manifiesto los conocimientos adquiridos, así como la iniciativa y la imaginación.</p> <p>15. Aplicar los conocimientos sobre la presión atmosférica a la descripción de fenómenos meteorológicos y a la interpretación de mapas del tiempo, reconociendo términos y símbolos específicos de la meteorología.</p>	<p>12.1. Interpreta fenómenos y aplicaciones prácticas en las que se pone de manifiesto la relación entre la superficie de aplicación de una fuerza y el efecto resultante. 12.2. Calcula la presión ejercida por el peso de un objeto regular en distintas situaciones en las que varía la superficie en la que se apoya, comparando los resultados y extrayendo conclusiones.</p> <p>13.1. Justifica razonadamente fenómenos en los que se ponga de manifiesto la relación entre la presión y la profundidad en el seno de la hidrosfera y la atmósfera. 13.2. Explica el abastecimiento de agua potable, el diseño de una presa y las aplicaciones del sifón utilizando el principio fundamental de la hidrostática. 13.3. Resuelve problemas relacionados con la presión en el interior de un fluido aplicando el principio fundamental de la hidrostática. 13.4. Analiza aplicaciones prácticas basadas en el principio de Pascal, como la prensa hidráulica, elevador, dirección y frenos hidráulicos, aplicando la expresión matemática de este principio a la resolución de problemas en contextos prácticos. 13.5. Predice la mayor o menor flotabilidad de objetos utilizando la expresión matemática del principio de Arquímedes.</p> <p>14.1. Comprueba experimentalmente o utilizando aplicaciones virtuales interactivas la relación entre presión hidrostática y profundidad en fenómenos como la paradoja hidrostática, el tonel de Arquímedes y el principio de los vasos comunicantes. 14.2. Interpreta el papel de la presión atmosférica en experiencias como el experimento de Torricelli, los hemisferios de Magdeburgo, recipientes invertidos donde no se derrama el contenido, etc. infiriendo su elevado valor. 14.3. Describe el funcionamiento básico de barómetros y manómetros justificando su utilidad en diversas aplicaciones prácticas.</p> <p>15.1. Relaciona los fenómenos atmosféricos del viento y la formación de frentes con la diferencia de presiones atmosféricas entre distintas zonas. 15.2. Interpreta los mapas de isóbaras que se muestran en el pronóstico del tiempo indicando el significado de la simbología y los datos que aparecen en los mismos.</p>

Con el fin de reducir el coste de la actividad, se han utilizado materiales baratos, fáciles de conseguir y manipular, y se han sustituido los candados reales por candados digitales. Los candados digitales se han elaborado generando códigos QR (Poyatos 2018), una secuencia de espacios blancos y negros en forma de cuadrado (Fig. 1), que puede ser leída mediante la cámara de cualquier teléfono móvil y que enlaza a una página web donde el jugador debe introducir la respuesta correcta al reto planteado y con ello “abrir” (de modo simbólico) dicho candado y, por lo tanto, la caja asociada al mismo. El único coste de estos candados es la impresión del papel, y se pueden imprimir tantas veces como sea necesario sin tener que configurarlos cada vez que se deseen utilizar.



Fig. 1. Imagen de dos de las cajas con sus correspondientes candados digitales realizados a través de códigos QR. Si se dispone de un lector de estos códigos se puede acceder al cuestionario que hace las veces de candado

Es posible que en el centro concreto donde se pretenda llevar a cabo la actividad, esté restringido el uso de dispositivos móviles, necesarios para leer los candados. En este caso, tendría que haber una Tablet o PC en el aula, o incluso si no hay conexión a internet, los alumnos podrían comunicar la solución del enigma al profesor y éste, en caso de que la respuesta sea correcta, abrirá la caja correspondiente al candado digital.

Al escanear el código QR los jugadores hallan un espacio en blanco en el que introducir los resultados obtenidos en las distintas pruebas, como se muestra en las imágenes de la Fig. 2. Al no ser candados físicos se ha de especificar en los mismos el tipo de código que hay que introducir (si son números, letras, cuántos dígitos), facilitando que los jugadores puedan unir cada prueba con el candado correspondiente, y sepan qué están buscando como combinación final. Esto lo identifican los participantes, cuando comience el juego, y escaneen los códigos QR correspondientes a cada candado digital. Es decir, sabrán lo que se pide en cada candado, así como el número que lo identifica.

Se detallan a continuación las pruebas propuestas en este *BreakOut*, su esquema, así como la distribución del material.



Fig. 2. Imagen de lo que los jugadores hallan al escanear los códigos QR: el acceso al espacio en blanco para introducir la solución de la correspondiente prueba

El *BreakOut* que se propone consta de 5 pruebas distribuidas como se indica de forma esquemática en la figura 3. Los rectángulos sombreados representan cajas con los correspondientes candados, identificados por un número. La solución correcta de cada prueba permite abrir uno de los candados. En el interior de la caja correspondiente al candado se halla material para el reto siguiente. Los candados 4 y 5 van unidos a la misma caja final, en la que se halla el premio.

Ante cada prueba el grupo tiene que decidir la estrategia más conveniente para conseguir el objetivo de la manera más eficaz. Una vez resuelta la prueba A, se obtiene la clave para abrir el candado nº 1, en cuya caja encontrarán material para realizar la prueba C; la solución de la prueba C permite abrir el candado nº 4. La caja del candado nº 4, tiene además el candado nº 5, luego es necesario abrirlo para finalizar el juego. Por otra parte, resuelta la prueba B los participantes pueden abrir el candado nº 2, y en la caja correspondiente al mismo hallarán material para realizar la prueba D. La solución de esta prueba permite abrir el candado nº 3 en cuya caja se ha depositado un elemento para completar la prueba E. Con la solución de este

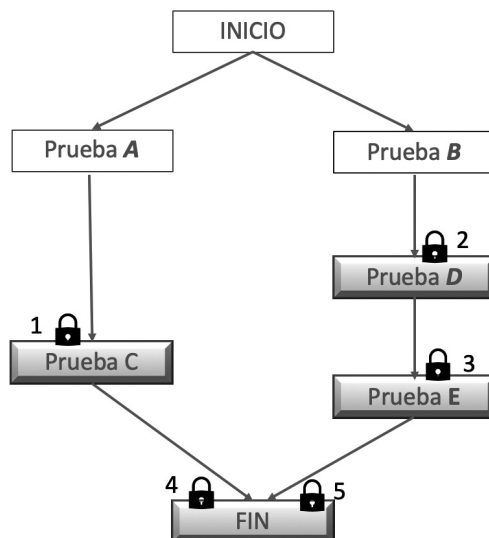


Fig. 3. Esquema general del *Juego de Fuga* propuesto. Los rectángulos sombreados representan cajas con los correspondientes candados, identificados por números. Cada prueba permite abrir uno de los candados. En el interior de la caja correspondiente al candado se halla material para el reto siguiente. Los candados 4 y 5 van unidos a la misma caja final, en la que se halla el premio

último reto se abre el candado nº 5. En esta caja se deja un premio a los participantes, que pueden ser caramelos. Se detallará más adelante qué elementos del juego van hallando en cada paso.

Una de las dificultades de la actividad es precisamente relacionar el material con cada prueba concreta y la respuesta para el candado, y descubrir cuáles son las pruebas que abren los primeros candados (1 y 2). Si fuera necesario el docente puede facilitar alguna pista para ayudar a los participantes a relacionar los elementos.

Prueba A

En esta prueba (que se puede realizar en primer lugar o como inicio de la segunda vía) se trata de unir las fotos (visibles en el aula), de tres personajes famosos relacionados con el mundo de la Física de Fluidos, con la afirmación que les corresponda. Los personajes y las afirmaciones elegidas se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2.- Personajes y afirmaciones que se deben relacionar en la prueba A

PERSONAJE	AFIRMACIÓN
1. Evangelista Torricelli	Fue discípulo de Galileo
2. Arquímedes	Salvó a Hierón II de una estafa
3. Blaise Pascal	Explotó un barril con un litro de agua

Cada una de las imágenes de los científicos tiene un número y una figura geométrica (Fig. 4, parte superior). Por otro lado, en cada una de las afirmaciones hay tres símbolos (Fig. 4, parte central). Al unir correctamente el científico con la afirmación se obtiene una secuencia que ha de introducirse en un disco de cifrado (círculo en la Fig. 4) para obtener el código final, que abre el candado número 1. Un disco de cifrado es una herramienta utilizada para obtener códigos partiendo de una información previa. Pueden estar formados por varias capas de símbolos, que giran concéntricamente, de modo que al colocarse en la secuencia adecuada permiten obtener la correspondiente

letra, símbolo o número final. En este caso se trata de un número por cada personaje. Como a su vez tienen un número identificativo en la imagen, esto facilita la clave para ordenar las tres cifras que deben introducirse en el candado número 1.



Fig. 4. Imágenes de los científicos, las afirmaciones y el disco cifrado necesario para obtener el código final, solución de la prueba A

Prueba B

Encontrar el enunciado de esta segunda prueba es un desafío en sí mismo, pues se ha escondido en un envase pequeño dentro de un bote alto de boca estrecha (por la que no quepa una mano) y pegado a un soporte (de modo que no lo puedan girar) (Fig. 5). En este caso el primer reto es que los estudiantes deduzcan cómo sacar el envase pequeño con el mensaje escrito del bote grande de plástico. Una solución sencilla es hacer flotar el bote pequeño echando agua en el interior del recipiente grande.

El papel (plástico) que se encuentra contiene un montón de letras de distintos colores, que forman un mensaje en principio ininteligible (Fig.5). El nuevo reto es descubrir cómo descifrar este mensaje. Para ello, entre el material que encontrarán por el aula, se halla un papel de celofán rojo. Utilizando este filtro, todas las letras impresas en ese tono se vuelven "invisibles",

facilitando la lectura de un problema sobre el principio de Arquímedes, escrito en azul. La solución a dicho problema es la clave para abrir el candado número dos.

El problema elegido es el siguiente:

Se tiene un recipiente lleno de agua sobre la que flota una capa de aceite. Se introduce en el sistema un cilindro de plástico de tal manera que flota entre ambas sustancias. 1/3 de su altura en el aceite, y 2/3 en el agua. Calcular la densidad del plástico sabiendo que la densidad del agua es 1.002 g/cm^3 y la del aceite 0.804 g/cm^3 .

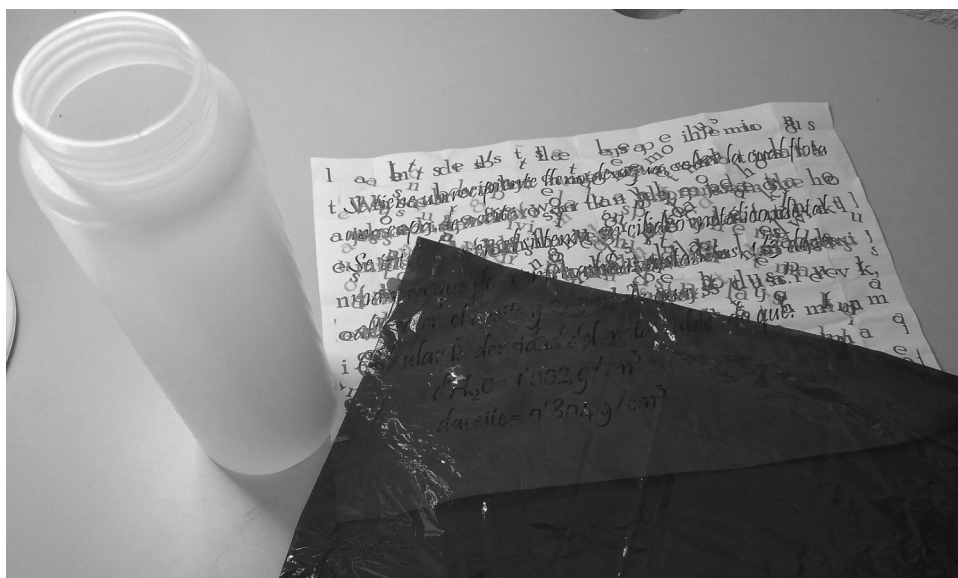


Fig. 5. Enunciado (oculto) del problema de la prueba B y bote en que se encontraba el mismo. El papel celofán es necesario para leer adecuadamente el texto

Prueba C

Tras resolver la prueba A los participantes pueden abrir el candado de la caja nº 1. En ella encontrarán "píldoras" (Fig. 6), cuyo contenido son pequeños pedazos de papel aparentemente en blanco. El reto es descubrir qué deben hacer con este objeto.

Entre el material que se proporciona escondido por el aula, se halla una linterna de luz ultravioleta. Con ella se puede ver lo que está escrito con tinta

invisible en esos pedazos de papel. Ordenándolos de manera adecuada se forma el enunciado del Principio de Pascal y cada parte del enunciado tiene asociada una letra escrita en código morse. Al ordenar los pedacitos y traducir el código morse (es parte del material escondido), se obtiene la combinación para abrir el candado número 4.



Fig. 6. Píldoras cuyo contenido son pedacitos de papel aparentemente en blanco, pero que esconden un texto visible únicamente cuando se ilumina con luz ultravioleta

Prueba D

Se trata de una prueba de carácter experimental. Los jugadores encontrarán en la caja del candado nº 2 un vaso medidor y cuatro botes que contienen aceite, glicerina, jabón líquido y agua. En el aula hay escondida una receta. Siguiendo las instrucciones de la misma (Tabla 3) se llega a la clave para abrir el candado número 3.

Tabla 3. Ingredientes e instrucciones necesarios para realizar la prueba D

INGREDIENTES	INSTRUCCIONES
Echar en el vaso medidor (con cuidado para que no se mezclen), los siguientes ingredientes: - 5 ml H ₂ O - 5 ml solución jabonosa - 5 ml aceite - 10 ml glicerina	<ol style="list-style-type: none"> 1. Medir la altura que alcanza cada uno de ellos en el vaso medidor (alturas parciales). 2. Multiplicar la altura del más denso por la del menos denso. 3. Dividir el resultado anterior por la altura del menos denso. 4. Sumarle la altura del segundo más denso. 5. Restarle la altura del segundo menos denso. 6. Sumarle la altura del tercero más denso. 7. Restarle la altura del tercero menos denso. 8. Dividir todo por la altura del cuarto más denso. 9. Sumarle el volumen (en mililitros) inicial del más denso.

Se puede comprobar que independientemente de lo que den las alturas parciales (Fig. 7) el resultado final es siempre el mismo.



Fig. 7. Preparación de la prueba D después de seguir las instrucciones

Prueba E

En esta prueba se plantea la resolución de un crucigrama (Fig. 8) con términos relacionados con conceptos generales de fluidos y también con fenómenos atmosféricos (Tabla 4). Ciertas letras están resaltadas y con ellas se forma el código para abrir el candado número 5.

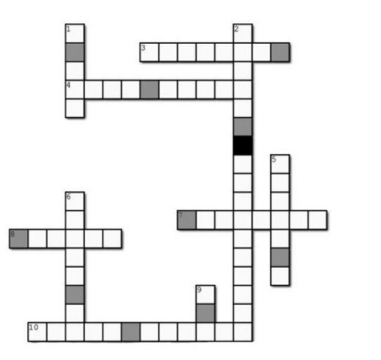


Fig. 8. Crucigrama correspondiente a la prueba E

Tabla 4. Definiciones y soluciones del crucigrama de la prueba E

Cuestiones planteadas para la resolución del crucigrama

1. Líneas imaginarias que unen puntos de la atmósfera con la misma presión. (Isóbaras).
2. Zona atmosférica de altas presiones cuya presencia genera buen tiempo. (Anticiclón).
3. Zona atmosférica de bajas presiones dentro de la cual el aire gira en sentido contrario a las agujas del reloj. (Borrasca).
4. Línea de choque entre dos masas de aire a distinta temperatura. (Frente).
5. Rama de la física que estudia el comportamiento de los fluidos en reposo. (Hidrostática).
6. Dícese de un fluido no viscoso e incompresible. (Ideal).
7. Mecanismo formado por vasos comunicantes impulsados por pistones de diferente área. (Prensa hidráulica).
8. Relación entre una fuerza y su área de aplicación. (Presión).
9. Relación entre el peso y el volumen de un cuerpo. (Densidad).
10. Unidad de presión en el sistema anglosajón. (PSI).

La dificultad de esta prueba reside en que las definiciones están escritas en tiras que para poder ser leídas han enrollarse en un soporte cilíndrico (Fig. 9). Las tiras forman parte del material que los participantes hallan en el aula y el soporte lo encuentran en la caja que abre el candado nº 3.

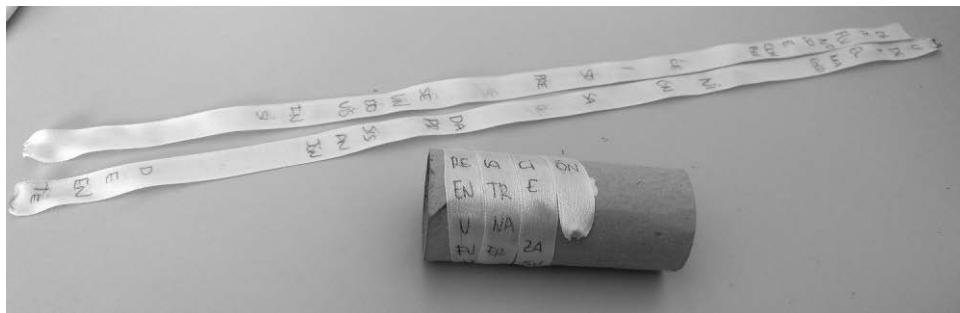


Fig. 9. Tiras que enrolladas en el correspondiente soporte (cilindro) permiten leer las definiciones del crucigrama de la prueba E

Como ya se ha mencionado previamente, el material necesario (Tabla 5), o bien se esconde, o bien se entrega al principio de la actividad (según la modalidad deseada). Otra opción más sencilla sería entregar a los jugadores únicamente lo necesario para resolver las dos primeras pruebas (prueba A y B) y que en cada caja intermedia se colocara el material requerido para las siguientes. De esta manera se simplifica mucho el juego.

Tabla 5. Material necesario para organizar el *BreakOut* sobre el tema de Fluidos

PRUEBAS	OBJETOS EN EL AULA VISIBLES O ESCONDIDOS	OBJETOS PROPORCIONADOS EN LAS CAJAS	FIGURA
A	<ul style="list-style-type: none"> - Fotos de los 3 científicos - Afirmaciones relacionadas con los personajes - Disco cifrado 		Fig. 4
B	<ul style="list-style-type: none"> - Recipiente estrecho - Envase de plástico - Problema impreso - Botella de agua llena - Celofán rojo 		Fig. 5
C	<ul style="list-style-type: none"> - Linterna de luz UV - Código morse 	<ul style="list-style-type: none"> - Candado 1 - Píldoras con: Enunciado del principio de Pascal dividido en papeles individuales y escrito con tinta invisible 	Fig. 6
D	<ul style="list-style-type: none"> - Receta impresa 	<ul style="list-style-type: none"> - Candado 2 - Botes llenos de aceite, glicerina, agua y jabón líquido - Recipiente medidor 	Fig. 7
E	<ul style="list-style-type: none"> - Definiciones escritas en tiras - Crucigrama impreso 	<ul style="list-style-type: none"> - Candado 3 - Soporte cilíndrico 	Fig. 8
Caja FIN		<ul style="list-style-type: none"> - Candados 4 y 5 - Premio (caramelos) 	Fig. 9
Adicional	<ul style="list-style-type: none"> - 4 cajas - 5 candados - Papel y boli 		Fig. 10

Resultados

La actividad se ha llevado a cabo con un total de 67 alumnos de 4º de la ESO, pertenecientes a dos centros distintos, Colegio Misioneras de la Providencia e IES Federico García Bernalt, divididos en grupos de 4-5 personas. En la Fig. 10 se puede observar un momento del desarrollo de la actividad.



Fig. 10. Imagen tomada durante el desarrollo del *BreakOut* con estudiantes de 4º de ESO

En el primer centro se realizó en un aula, con 14 alumnos, divididos en 3 grupos. En el segundo centro la actividad se llevó a cabo en dos turnos y dos aulas simultáneas por turno. En el primero participaron 27 y en el segundo 26 alumnos, con un total de 3 grupos en cada espacio.

Se pudo observar cómo cada pequeño avance actuaba como un potente agente motivador y de autoafirmación de los alumnos. De esta manera, por cada logro conseguido aumentaban las ganas de continuar, la participación activa y el pensamiento lógico deductivo. Al ir ganando confianza los participantes presentaban menor miedo a compartir las ideas y a probar lo que se les ocurría, de manera que a medida que el juego avanzaba se hacía mucho más fluido.

Un aspecto fundamental para que este tipo de actividades funcione es que el trabajo en equipo sea adecuado. Si hay buena colaboración entre los miembros del equipo, es casi seguro que tendrán éxito.

Evaluación de la actividad

Al finalizar la actividad se pidió a los participantes que cumplimentaran una encuesta realizada mediante *Google forms* (herramienta gratuita de Google de fácil manejo). De estas encuestas se recogió la siguiente información:

- Solo un 20,9% de los participantes tenían la asignatura suspensa, encontrándose la mayor parte de los aprobados en el notable (37,3%). Por tanto, se ha trabajado con un elevado porcentaje de alumnos con interés por los estudios.
- La mayoría de los jóvenes había oído hablar de los juegos de escapismo 92,5%; sin embargo, casi la mitad de ellos nunca había participado en ninguno 52,2%.
- Una vez realizada la actividad, un 83,6% de los alumnos considera que el juego les ha ayudado a afianzar conceptos de la asignatura, mientras que un 14,9% se decanta por el "tal vez" y un 1,5% responde "no".
- Prácticamente el mismo porcentaje que ha señalado que le parecía una buena manera de asentar conocimientos ha dicho que la actividad es motivadora (en concreto, un 88,1%), un 61,2% la considera entretenida y un 31,3% emocionante.
- Una gran mayoría cree que trabajar de forma colaborativa ha ayudado a resolver los enigmas (91%), pero solo el 65,7% ha recibido formación para llevar a cabo trabajo en equipo.
- A un 98,5% le gustaría repetir actividades de este tipo en la asignatura de Física y Química.

En resumen, la gran mayoría de los alumnos considera que esta actividad les puede ayudar a la hora de fijar conceptos y a motivarse con la asignatura, lo cual concuerda con los objetivos marcados a la hora de plantear un proceso de gamificación.

Conclusiones

Se ha diseñado un *BreakOut* para alumnos de 4º de Educación Secundaria Obligatoria, consistente en resolver en 60 minutos 5 retos relacionados con Física de Fluidos. El desarrollo de la actividad con 67 alumnos de dos centros educativos ha permitido evaluar el *Juego de Fuga*.

Más del 80% de los participantes considera que el *BreakOut*, además de ser motivante les ha ayudado a afianzar conceptos de la asignatura.

En una nueva edición de la actividad sería interesante analizar si la formación recibida previamente para trabajar en grupo condiciona los resultados del juego, así como el hecho de que los participantes hayan realizado con anterioridad otro juego de fuga, ya que en ese caso podrían estar más preparados para enfrentarse a unos retos diferentes de los habituales en un entorno educativo formal.

Bibliografía

- Clarke, S., Peel, D., Arnab, S., Morini, L., Keegan, H & Wood, O. (2017). EscapED: A Framework for Creating Educational Escape Rooms and Interactive Games to For Higher/Further Education. *International Journal of Serious Games*, 4(3), 73-86.
- Goleman, D. (1995). Inteligencia Emocional. Kairos.
- Hermanns, M., Deal, B., Campbell, A.M., Hillhouse, S., Opella, J.B., Faigle, C., Campbell IV, R.H. (2017). Using an "escape room" toolbox approach to enhance pharmacology education. *Journal of Nursing Education and Practice*, 8(4), 89-95
- Martín-Caraballo, A. M. M., Paralera, C., González, M. M. S., & Tenorio, Á. F. (2018). Evaluación y Breakout. *Anales de ASEPUMA* (26), A108
- Nicholson, S. (2015). *Peeking behind the locked door: A survey of escape room facilities. White Paper*. Recuperado de <http://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf>
- Orden EDU/362/2015 (04/05/2015) por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. BOCYL núm. 86 /42052 <https://www.educa.jcyl.es/es/resumenbocyl/orden-edu-362-2015-4-mayo-establece-curriculo-regula-implan>
- Peleg, R., Yayan, M., Katchevich, D., Moria-Shipony, M., & Blonder, R. (2019). A Lab-Based Chemical Escape Room: Educational, Mobile, and Fun!. *Journal of Chemical Education*, 96(5), 955-960.
- Poyatos, M., Martínez A. y Ferzandez-Gago, M. (2018) *Guía para diseñar un breakeur edu y escape room. Blog: Bloggita* <http://www.blogsita.com/guia-para-disenar-un-breakout-edu-y-scape-room/>
- Prensky, M. (2001). Fun, play and games: What makes games engaging. *Digital game-based learning*, 5(1), 5-31.

- Queiruga-Dios, A.; Santos Sánchez, M.J.; Queiruga Dios, M.; Gayoso Martínez, V.; Hernández Encinas, A. (2020). A Virus Infected Your Laptop. Let's Play an Escape Game. *Mathematics* 2020, 8(2), 166. <https://doi.org/10.3390/math8020166>
- Santos, M. J., Miguel, M., Queiruga-Dios, A., & Encinas, A. H. (2019, May). Looking for the Antidote for Contaminated Water: Learning Through an Escape Game. In International Joint Conference: *12th International Conference on Computational Intelligence in Security for Information Systems (CISIS 2019) and 10th International Conference on European Transnational Education (ICEUTE 2019)* (pp. 217-226). Cham: Springer.
- Vörös, A.I.V., Sárközi, Z. (2017). Physics escape room as an educational tool. En *AIP Conference Proceedings*. 1916(1) (art. 050002). Timisoara: American Institute of Physics AIP. <https://doi.org/10.1063/1.5017455>

