



La materia a través de un BreakoutEDU: incorporación de metodologías activas en la formación inicial de docentes en ciencias

Francisco José Serrano García y Marina Martínez-Carmona

Departamento de Didáctica de las Ciencias experimentales.
Universidad de Murcia. Murcia (España)

[Recibido: 11 abril 2024, Revisado: 23 mayo 2024, Aceptado 26 julio 2024]

Resumen: La sociedad actual reclama una formación educativa más activa, centrada en el alumnado y alejada del método tradicional basado exclusivamente en la memorización. Lograr un cambio en las aulas solo es posible si cambiamos la forma de enseñar de aquellos que enseñan. En este trabajo se propone un breakoutEDU sobre la materia y se analiza su repercusión como modelo de recurso educativo activo en la formación inicial de docentes de física y química. Los resultados indican una percepción entusiasta por parte de los docentes en formación, quienes valoran positivamente el breakoutEDU como estrategia para fomentar la motivación y la consolidación de aprendizajes, aunque muestran reticencias a la hora de emplearlo como herramienta de enseñanza de nuevos contenidos científicos. No obstante, la mayoría se muestra a favor de incorporar esta herramienta en sus futuras aulas e incluso 4 de ellos la incorporan durante su periodo de prácticas.

Palabras clave: escape room; master de secundaria; formación superior; modelos atómicos.

Breakout EDU on matter: using active methodologies in science teacher training

Abstract: In contrast to the memorisation-based methods of the past, society today requires more active, student-centred education. Changing the way we teach in the classroom is only possible if we change the way we teach teachers. This paper analyses the impact of a Breakout EDU on the subject of matter as an active educational resource in the initial training of physics and chemistry teachers. The trainee teachers surveyed reported positive perceptions of the Breakout EDU as a strategy to promote motivation and consolidate learning, though expressed reluctance to use it as a tool for teaching new scientific content. Nevertheless, most were in favour of using the tool as part of their teaching in the future, and four actually used it during their teaching placement.

Keywords: escape room; secondary school master; higher education; atomic modelling.

Para citar el artículo. Serrano García, F.J. y Martínez-Carmona, M. (2024). La materia a través de un BreakoutEDU: incorporación de metodologías activas en la formación inicial de docentes en ciencias. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 8(2), 81-99. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2024.8.2.10670>

Contacto: franciscojose.serrano@um.es; marina.m.c1@um.es

Introducción

La educación en España, al igual que en muchas partes del mundo, se encuentra en constante evolución debido a la creciente demanda de adaptación a las necesidades y capacidades cambiantes de los estudiantes. En este contexto, la inserción de nuevas metodologías activas en los institutos de secundaria emerge como un tema de relevancia crítica (Hernando, 2020). La educación activa es un enfoque pedagógico que promueve la participación activa, la autonomía, la colaboración y la resolución de problemas como piedra angular del aprendizaje además de un modelo centrado en el alumno (Blumberg y McCann, 2009). Este enfoque contrasta con las metodologías tradicionales que han dominado las aulas durante décadas. (Johnson et al., 2014; Prince, 2004). A medida que la investigación educativa avanza, aumentan las pruebas sobre los beneficios de la educación activa en la mejora de los resultados académicos, la motivación, el pensamiento crítico, la creatividad, el pensamiento colaborativo y el desarrollo de habilidades que son fundamentales en la sociedad del siglo XXI. Además, la implementación de metodologías activas puede abordar los desafíos de la deserción escolar y la falta de interés en el aprendizaje que a menudo afectan a los estudiantes de secundaria (Freeman et al., 2014; Theobald et al., 2020).

Dentro de los recursos que pueden emplearse en metodologías activas encontramos el BreakoutEDU, una actividad derivada del *escape room* educativo en la que el alumnado se enfrenta a una serie de retos relacionados con contenidos escolares (Negre, 2017). Ambos recursos son similares, pero presentan una serie de diferencias que se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Comparativa entre los recursos educativos de escape room y BreakoutEDU. Elaboración propia basada en Redondo (2017).

<i>Escape room</i> educativo	<i>Breakout</i> educativo
El objetivo final consiste en escapar de una sala	El objetivo final es abrir una caja
Requiere el encierro de los alumnos	No requiere el encierro de los alumnos
Su desarrollo se ciñe a una o varias estancias	Permite su transporte y desarrollo en muchos lugares, incluso al aire libre
El reto no puede ser realizado por más de un grupo de alumnos (5 o 6) simultáneamente	Permite multiplicar el reto a varios grupos de alumnos simultáneamente (Siempre y cuando haya materiales suficientes)
El tiempo requerido para que todos los alumnos realicen la experiencia es de varias horas	El tiempo requerido para que todos los alumnos realicen la experiencia es de una hora
La única posibilidad es que los distintos grupos de alumnos compitan entre sí	Es posible diseñar la experiencia para que los distintos grupos compitan o colaboren entre sí

Zabala-Vargas et al., (2020) argumentan que la metodología basada en la realización de este tipo de actividades facilita el aprendizaje de los contenidos didácticos, trata de crear simulaciones de situaciones reales, donde el alumnado tiene que desenvolverse y actuar para resolver los retos propuestos. Para obtener unos resultados positivos, debe haber una implicación y responsabilidad docente y adaptar el recurso al alumnado en cuestión (Cornellà et al., 2020) además de tener en cuenta los objetivos pedagógicos que este bien alineados con las mecánicas del juego (Veldkamp et al., 2020; Tercanli et al., 2021)

En los últimos años está aumentando el número de artículos centrados en el uso del BreakoutEDU para la Educación Primaria (Barinas et al., 2024). Sin embargo, en la Educación Secundaria, aunque es posible encontrar algunas referencias para los ámbitos de lengua y literatura (Martí Climent et al., 2021) o historia (Santarelli, 2019), siguen siendo todavía muy escasos los ejemplos para esta etapa educativa. En el ámbito científico (física, química, biología, etc.) su presencia es todavía más pobre, encontrando apenas unas pocas publicaciones para la enseñanza de la cinemática en bachillerato (Martínez-Carmona et al., 2022), el repaso de los contenidos de Física y Química de 3º de ESO (Tajuelo y Pinto, 2021) o evaluar contenidos de expresión genética en 4º de ESO (Martínez-Carmona et al., 2024). Es precisamente en este ámbito científico donde resultan más necesarios debido a la falta de interés por parte del alumnado (Jimenez-Tenorio et al., 2016).

El BreakoutEDU puede fortalecer el aprendizaje significativo en ciencias (Vergara-Ruiz, 2022), al presentar a los estudiantes situaciones problemáticas o casos prácticos relacionados con los contenidos científicos, se les desafía a aplicar su conocimiento en contextos reales, lo que promueve un aprendizaje más significativo y transferible. Al integrar este tipo de recursos en el aula, los estudiantes pueden interactuar de manera más dinámica con los conceptos y principios científicos, lo que favorece una comprensión más profunda y duradera.

Sin embargo, muchos docentes permanecen reacios a la incorporación de estas metodologías activas en las aulas, debido a varios factores como: la falta de familiaridad con la tecnología, una sensación de amenaza, la percepción de una carga adicional de trabajo o la incertidumbre sobre cómo integrar efectivamente la herramienta en el currículo, entre otros (Álvarez-Herrero, 2022; Córlica, 2020). Esto supone un gran bloqueo al cambio ya que los docentes tienden a enseñar de la misma forma que ellos aprendieron (Romero Ariza et al., 2021).

Para poder cambiar esta perspectiva y descubrir su potencial es necesario incluir esta herramienta como parte de la formación inicial y continua del profesorado, algo que ya se está haciendo en algunas universidades. Un ejemplo de estas acciones es el trabajo de Polyakova et al. (2022) que implementaron un BreakoutEDU sobre la enseñanza del inglés con metodología CLIL (Content and Language Integrated Learning) diseñado para 12 docentes de lenguas extranjeras. Tras su puesta en práctica observaron una respuesta muy positiva por parte de los docentes de cara a enriquecer el proceso de aprendizaje. También ha sido empleado en la formación inicial de docentes de secundaria. Otro de los ejemplos de BreakoutEDU realizado por López Salas et al. (2021) con un carácter científico multidisciplinar enfocado a futuros docentes de física y química, biología y geología, tecnología y matemáticas, por lo que trabajaban contenidos de todas esas asignaturas. Y el tercero de los ejemplos de trabajo con BreakoutEDU en formación inicial de docentes de física y química es el desarrollado por Santos et al. (2020), que llevaron a cabo un BreakoutEDU que combinaba retos característicos de estas materias con otros de corte educativo como la ley educativa o la comprensión de la escalera de metacognición. También está el estudio de Romero García et al. (2021) que explora el uso de esta herramienta en la formación inicial de docentes con resultados similares al anterior. Estos tres últimos ejemplos describen un feedback muy positivo por parte de los participantes y destacan la importancia de vivir en primera persona esta experiencia. Asimismo, reconocen la cantidad de ventajas que tiene de cara a las necesidades del alumnado, como la personalización, el aumento de la motivación o la mejora del trabajo en equipo.

La participación en un BreakoutEDU educativo permite a los futuros docentes experimentar de primera mano el proceso de diseño, implementación y evaluación de actividades de aprendizaje (Asunción, 2019; Ramos, 2019), pudiendo fortalecer las habilidades

pedagógicas desde la experiencia práctica (Villacrez, 2017). Además de proporcionar la oportunidad de reflexionar críticamente sobre su efectividad como herramienta de enseñanza y aprendizaje (Hunt-Gómez et al., 2020). Según estos autores al enfrentarse directamente a los desafíos y dinámicas del juego, los futuros docentes pueden evaluar su pertinencia, coherencia y alineación con los objetivos educativos (Hunt-Gómez et al., 2020), así como adquirir una comprensión más profunda de sus características, potencialidades y limitaciones. (López Salas et al., 2021). Es por tanto necesario ofrecer a los futuros docentes ejemplos reales de actividades activas durante su formación inicial.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se implementa un BreakoutEDU sobre el uso de modelos para entender las propiedades de las sustancias, con la intención de que sirva como referente educativo para los docentes en formación. En este estudio se plantean 3 objetivos: i) analizar las opiniones y propuestas de mejora de los futuros docentes sobre el BreakoutEDU vivenciado; ii) analizar la opinión de los docentes en formación sobre la utilidad de la herramienta del BreakoutEDU en tres dimensiones diferentes: motivación, aprendizaje y evaluación; y iii) evaluar la repercusión que tiene la propuesta en su modelo docente.

Metodología

Participantes y contexto

Este estudio se desarrolla en el Máster de formación de profesorado de la Universidad de Murcia en la primera asignatura del bloque específico de Didáctica de las Ciencias Experimentales. En esta asignatura se introducen distintos recursos y metodologías enfocadas específicamente a la enseñanza de la Física y la Química. El alumnado participante consistió en 21 futuros docentes (9 chicos y 12 chicas) de la especialidad de Física y Química que previamente habían estudiado Química (10), Física (5), Bioquímica (2) e Ingeniería Química (2). Algunos de ellos/as habían participado en un escape room de entretenimiento con anterioridad, pero para la totalidad era su primer contacto con el BreakoutEDU. Durante una sesión de dos horas la primera parte (50 minutos) se dedicó a la realización del BreakoutEDU de la materia, posteriormente se realizó una reflexión grupal sobre los contenidos trabajados en cada reto (30 minutos) y por último una evaluación individual de la actividad (20 minutos).

Propuesta educativa

El BreakoutEDU fue diseñado por dos docentes de la universidad teniendo en cuenta el currículo vigente (MEFP, 2022) y poniendo especial énfasis en introducir la práctica científica de la modelización. Posteriormente, fue revisado por un profesor con larga trayectoria en la enseñanza de ciencias en secundaria y amplia experiencia en el uso del BreakoutEDU.

Antes de entrar al aula el BreakoutEDU se contextualiza en una situación que puede resultar cotidiana para el alumnado de la secundaria obligatoria: “Os habéis colado sin permiso en el laboratorio del centro y jugando con el balón habéis tirado varios productos al suelo que se han mezclado. Primero os preocupáis mucho. Pero luego os dais cuenta de que con los conocimientos que tenéis sobre la materia podéis dejarlo todo como estaba. Tenéis 50 minutos antes de que lleguen los profesores y os castiguen. Buena suerte.”

Tras la sorpresa inicial los futuros docentes encuentran 5 cajas cerradas (una por equipo), con 3 retos cada una (tabla 2), que deben superar aplicando sus conocimientos sobre materia y mezclas (figura 1).

Tabla 2. Retos de la propuesta indicando los objetivos a alcanzar y las tareas a realizar por el alumnado.

Reto	Objetivo	Tarea por Equipos
1	Iniciar al alumnado en la dinámica del juego. Identificar las técnicas de separación adecuadas para separar distintas mezclas en base a las propiedades de las sustancias que las componen.	Cada equipo dispone de una hoja con 3 imágenes de sustancias mezcladas que posteriormente están separadas y una segunda hoja con una sopa de letras. Deben buscar en la sopa de letras las técnicas de separación adecuadas y anotar los códigos alfanuméricos correspondientes a la primera y última letra de cada palabra.
2	Introducir el concepto de modelo molecular de forma lúdica.	Deben asociar cada uno de los modelos moleculares facilitados a las imágenes de las distintas sustancias. La ordenación adecuada de los modelos genera un código de 6 números.
3	Trabajar distintas propiedades de los materiales de forma experimental.	Dentro de la última caja encuentran 6 sustancias relacionadas dos a dos.

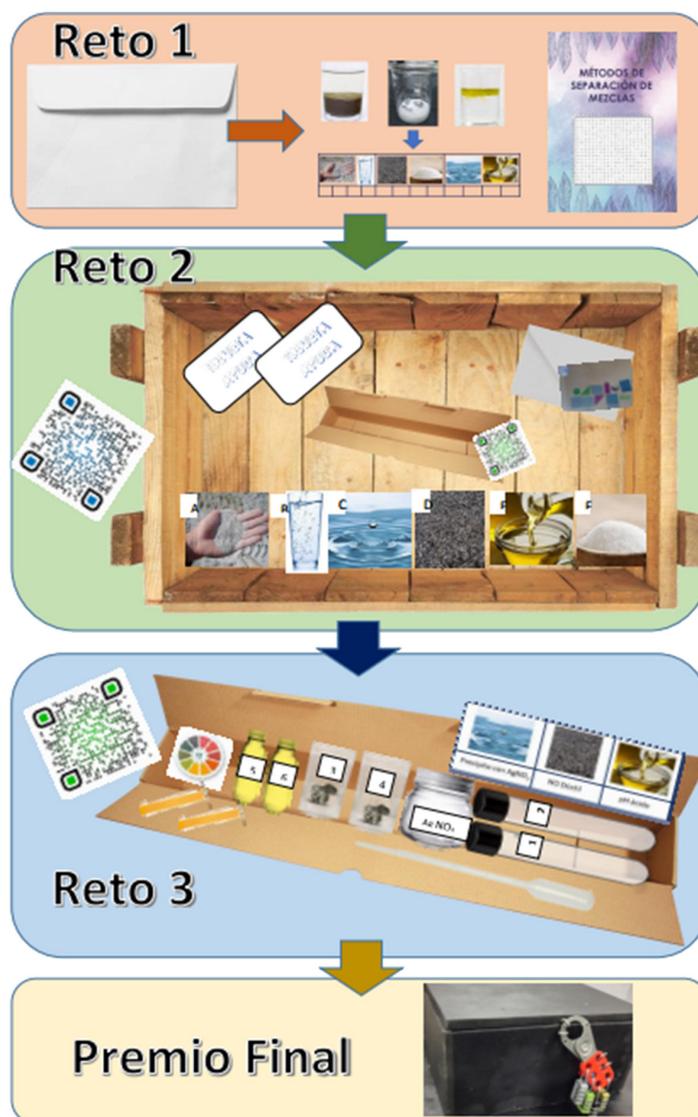


Figura 1. Esquema resumen del desarrollo de los retos.

Instrumentos y análisis de datos

Esta investigación, de carácter exploratorio y descriptivo, busca indagar los tipos de respuestas que dan los estudiantes en formación tras vivenciar una actividad de BreakoutEDU. En primer lugar, se pidió que reflexionasen sobre el BreakoutEDU que habían realizado y que aportasen propuestas de mejora para los distintos retos. Posteriormente, se empleó un cuestionario basado en el de Pérez Vázquez et al. (2019), en el que los profesores en formación debían indicar su grado de acuerdo o desacuerdo con una serie de enunciados relacionados con la motivación, el aprendizaje y la evaluación.

Puesto que nuestra propuesta educativa va dirigida a profesorado de ciencias, se modificó el cuestionario para especificar la utilidad de la herramienta para la enseñanza y el aprendizaje de este ámbito. Además, acorde con lo propuesto por (Martínez-Carmona et al., 2022) se incorporó una pregunta en la que se pedía su opinión sobre la necesidad de reflexionar posteriormente sobre los contenidos trabajados. Los datos fueron obtenidos en formato .xlsx y tratados con Microsoft Excel, también usado para generar las tablas y gráficas. Por último, se utilizó la prueba U de Mann-Whitney (SPSS) para determinar las diferencias significativas de las respuestas en función del género. Se considera que las diferencias son significativas cuando el nivel de significación es menor o igual a 0.05.

Adicionalmente, se analizaron y codificaron (Rincón, 2014) las respuestas aportadas a la pregunta abierta “Indica cualquier comentario que quieras añadir”. Dichas respuestas fueron analizadas individualmente por los autores del artículo y finalmente puestas en común hasta alcanzar un consenso.

Por último, para comprobar el impacto de la propuesta en su modelo docente, se analizaron los portafolios entregados al final del Máster para ver cuántos de ellos habían incluido un breakoutEdu en sus prácticas escolares.

Análisis de resultados

Durante el BreakoutEDU el alumnado del máster se mostró muy participativo. Aunque el reto que les supuso una mayor complejidad fue el segundo (relación entre modelos moleculares y sustancias), no presentaron grandes dificultades a la hora de resolver ninguno de ellos. Hecho que, por otra parte, era de esperar ya que el BreakoutEDU está diseñado como una propuesta modelo para la enseñanza en secundaria. Al finalizar se animó a los futuros docentes a proponer mejoras concretas para el BreakoutEDU en base a su experiencia (Tabla 3).

La única propuesta recibida para la mejora del reto 1 fue que el código resultante de resolver la sopa de letras incluyese solo un dígito. El resto del alumnado no propuso mejoras al reto aludiendo, de forma general, que planteaba una dificultad adecuada para comenzar la actividad. Algunos ejemplos de comentarios por parte del alumnado fueron: “No se me ocurre nada, a mí me ha parecido bastante buena, una sopa de letras no es algo muy complicado de realizar y como actividad iniciación está muy bien porque si los alumnos no consiguen resolverla es muy probable que pierda rápido el interés”; “En mi opinión este reto está muy bien, hace pensar al alumno, deducir los conceptos, la forma de resolverlo y no es muy difícil” y “En la sopa de letras no mejoraría nada porque aparecen también palabras que no son útiles”.

En el caso del segundo reto la mayor crítica recibida por parte del alumnado hacía referencia a la claridad de las imágenes y de los modelos. Las imágenes se modificaron por otras más representativas. Respecto a los modelos coincidimos con el alumnado en que no eran completamente claros ya que al hacerlos con celo en distintas posiciones resulta difícil hacerlos con precisión. Es posible sustituir estas tarjetas por imágenes como las que se

Tabla 3. Propuestas de mejora para el BreakoutEDU realizadas por el alumnado del máster.

Reto	Propuestas de mejora
1	“Es posible que sea un poco lioso que se utilicen números de dos dígitos, eso sería lo único que revisaría de esta parte de la actividad”
2	“Pondría imágenes más claras, tanto en los modelos como en las fotografías” “Esta ha sido la prueba más abstracta, quizás intentaría que de alguna forma se entendiera de formas más sencilla lo que se pide. Me ha gustado la idea del microscopio, pero no he llegado a entender los dibujos” “Quizás haría las láminas un poco más fáciles de deducir, es posible que los alumnos pierdan el interés si están mucho tiempo intentando un reto. (Se podría solucionar si el profesor les ayuda)” “Que las imágenes sean más claras como por ejemplo las burbujas”
3	“Añadiría más posibilidades o más pruebas para aumentar las combinaciones” “Esta prueba me ha parecido muy original y bastante buena, ésta sin embargo la haría un poco más extensa para crear interés de los alumnos por el laboratorio” “Podría ser más complicado, poner más pruebas, esta ha sido la más fácil pero también ha estado muy bien”
General	“Poniendo comodines un poco antes de llegar a la frustración” “A lo mejor incrementaría en número de pruebas e introduciría pequeñas pautas de ayuda y coordinación entre grupos”

muestran en el anexo, pero nuestra opinión es que se pierde el elemento sorpresa de usar el filtro polarizado. Pese a las propuestas de mejora este reto obtuvo una gran acogida por parte del alumnado siendo algunos comentarios los que se muestran a continuación: “Esta parte es la que más interesante me ha parecido ya que hace pensar a los alumnos en cómo adivinar el reto y en la que más aprenden ellos”; “Inmejorable, me parece genial la actividad, al principio no entendía mucho y después me ha encantado, el nivel de dificultad, etc.” y “Desde mi punto de vista es una actividad excelente que hace que los alumnos piensen y debatan entre ellos la elección de los modelos para cada sustancias”. Otra alternativa, que proponen como mejora general y que sí hemos tenido en cuenta durante la realización en centros de secundaria, es el uso de comodines o pistas que ayuden a su resolución en caso de bloqueo.

La tercera prueba también es valorada de forma positiva por el alumnado: “Esta prueba me ha gustado bastante porque considero que permite visualizar conceptos que a esos niveles sólo se dan en la parte teórica como, por ejemplo, saber qué aspecto tiene un compuesto cuando precipita o como saber visualmente si una disolución es ácida o no. También experimentar ellos mismos si un material es dúctil o no y deducir como averiguarlo”; “No se me ocurre nada para mejorarlo. Particularmente adecuado para trabajar sobre los contenidos Procedimentales, sin necesidad de disponer de demasiados medios” y “Desde mi punto de vista también es excelente y no se me ocurre ninguna mejora. Honestamente me parece una gran actividad que se encuentra adecuadamente diseñada”. Sin embargo, fueron varios los docentes en formación que propusieron la ampliación del número de test experimentales a realizar como propuesta de mejora.

Finalmente comentar que, aunque consideramos ideas acertadas tanto aumentar el número de pruebas (mejora general) como incluir más test en la prueba manipulativa (tercer reto), resulta complicado teniendo en cuenta la limitación del tiempo a la hora de llevarlo a la práctica en secundaria.

Además, tras llevar cabo la actividad con los profesores en formación se les pidió que indicasen su grado de acuerdo o desacuerdo con una serie de enunciados relacionados con el uso del BreakoutEDU y la motivación, el aprendizaje y la evaluación. La tabla 4 muestra las opiniones de los futuros docentes respecto a la utilidad del BreakoutEDU para fomentar la motivación, el aprendizaje y la evaluación.

Tabla 4. opiniones de los futuros docentes respecto a la utilidad del breakoutEDU para fomentar la motivación, el aprendizaje y la evaluación.

ítem	Mínimo	Máximo	Media	Desvest
DIMENSIÓN 1: MOTIVACIÓN				
Creo que el Breakoutedu es una herramienta metodológica motivadora para el alumnado	3	5	4.33*	0.73
Considero que la utilización del Breakoutedu favorece el trabajo en grupo	4	5	4.86	0.36
DIMENSIÓN 2: APRENDIZAJE				
Considero que el Breakoutedu potencia al alumnado como protagonista en su aprendizaje.	3	5	4.19	0.81
Creo que el Breakoutedu fomenta la motivación, pero no permite enseñar ciencias	0	5	1.43	1.43
Considero que el Breakoutedu permite desarrollar la enseñar ciencias de manera lúdica	2	5	3.76	0.99
Considero que el Breakoutedu es una herramienta útil para el aprendizaje en las aulas de Secundaria.	3	5	4.33	0.80
DIMENSIÓN 3: EVALUACIÓN				
Considero que el Breakoutedu para evaluar los contenidos trabajados en clase	1	5	3.62	1.07
Creo que el Breakoutedu permite al alumnado identificar los contenidos que no ha superado y que debe trabajar más.	0	5	3.14	1.42
Creo que el escape room/breakoutedu por sí solo es insuficiente para enseñar ciencia, pero que se puede acompañar con una reflexión final sobre los contenidos trabajados que aumenta su utilidad	2	5	4.09	0.99

*Nivel de significación ≤ 0.05

Comenzaremos indicando que a excepción del ítem M1 (media mujeres: 4.75 ± 0.45 ; hombres: 3.78 ± 0.67) no se identificaron diferencias significativas entre hombres y mujeres para ninguna de las afirmaciones lo que parece indicar que la visión de la herramienta es independiente del género. Como se observa en la figura 2 los ítems mejor valorados, con una puntuación superior a cuatro, son aquellos relacionados con la motivación (M1), especialmente por la posibilidad de trabajar en grupo (M2), hecho que coincide con las emociones descritas en otros artículos (Brusi y Cornellá, 2020; Martínez-Carmona et al., 2024). Los profesores en formación también ponen en valor el potencial de esta herramienta para potenciar el aprendizaje en las aulas de Secundaria (A4) propiciando que el alumnado sea protagonista de su propio aprendizaje (A1). Sin embargo, tienen reservas para considerar el BreakoutEDU adecuado para enseñar ciencias. Cuando se les pregunta (A2) si creen que esta herramienta es adecuada para motivar, pero no para enseñar ciencias, parecen estar bastante en desacuerdo, siendo este ítem el que obtiene la valoración

más baja. Hecho que contrasta con su valoración respecto a la posibilidad de utilizarla para enseñar ciencias de forma lúdica (A3) que recibe una valoración positiva pero que llega a ser hasta 1 punto inferior que alguna de las anteriores (M2). La evaluación resulta ser la dimensión peor valorada por los futuros docentes y aunque todos los ítems son valorados por encima del 3 (E1 y E2), resaltan la necesidad de acompañar el BreakoutEDU de una reflexión posterior (E3) que visibilice los contenidos trabajados.

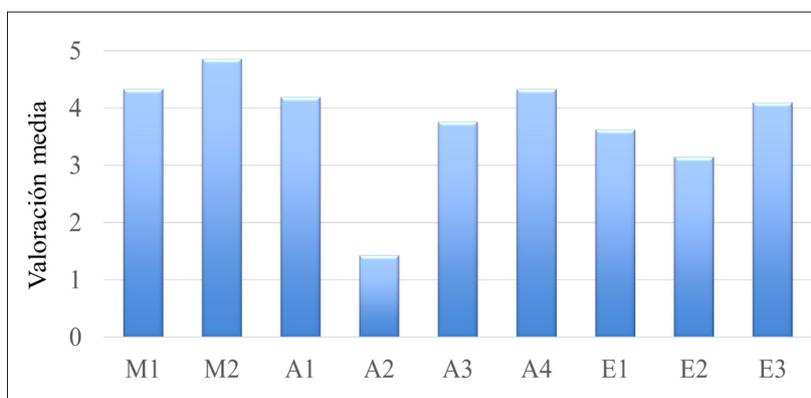


Figura 2. Valoración media del alumnado (entre 0-5) de los distintos ítems relacionados con el BreakoutEDU.

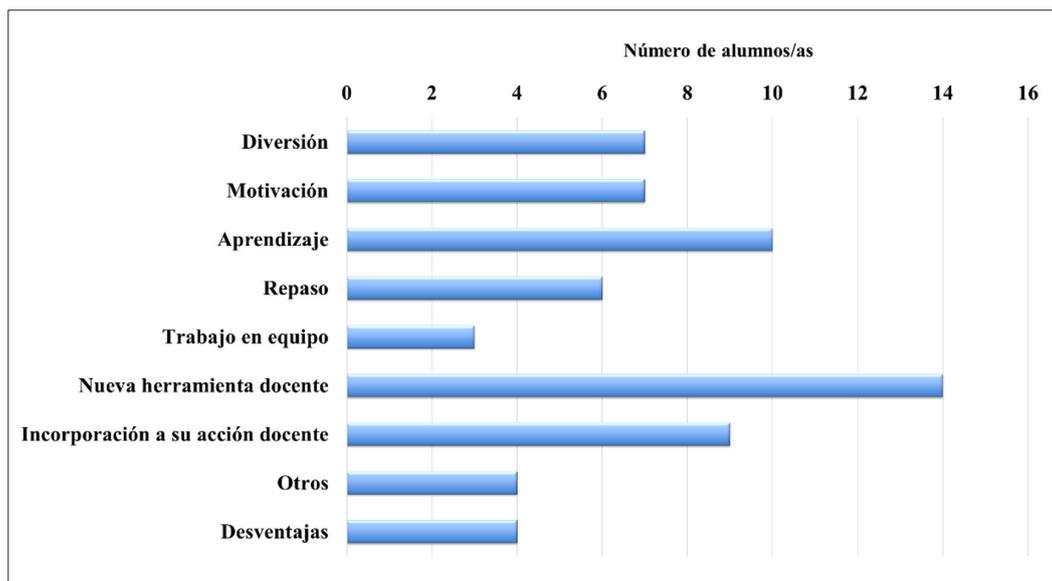


Figura 3. Clasificación de las opiniones del alumnado sobre el BreakoutEDU.

Adicionalmente se analizaron y clasificaron los comentarios libres aportados por los docentes en formación. Tras analizar todas las opiniones se establecieron 9 categorías principales (figura 3). La mayoría de los docentes en formación (14) hicieron referencia a que esta actividad les había permitido conocer por primera vez o aprender más sobre esta herramienta, siendo algunos de sus comentarios los siguientes: “Antes no sabía muy bien qué tipo de pruebas se podían poner en una actividad de este tipo, ahora sí”, “Ha cambiado mi opinión, debido a que al principio no sabía nada de esta metodología en la ESO, solo para juegos, y así pueden divertirse a la vez que aprenden”. Para 9 de ellos es una actividad motivadora y/o divertida: “Al principio no era partidaria de los juegos en clase, pero después de las experiencias que estamos teniendo sí que me parece una manera

muy interesante y divertida de enseñar y de aprender que no había visto hasta ahora”; “Motiva al alumnado y ayuda a mantener la concentración”). Asimismo, 3 de los participantes resaltaron la capacidad de promover el trabajo en equipo (“Ayuda a los alumnos a ser compañeros, ya que lo hemos visto en clase”). Dentro de otros aspectos positivos destacados por los docentes en formación tenemos que favorecer la competitividad positiva, que promueve concentración y la comunicación e incluso que nos agradezcan haberlo incorporado como contenido en la asignatura. Es especialmente destacable que la mayoría de los futuros docentes (10) la consideran una actividad satisfactoria y adecuada para promover el aprendizaje de las ciencias (“Me ha sorprendido la manera de la que se puede enfocar para enseñar distintos conceptos y trabajar distintos ámbitos de la ciencia”; “Veo que es bastante útil para ver la aplicabilidad de muchos conceptos que se ven en clase. (...) Pensaba que era más jugar y menos aprender, pero dependiendo de cómo se plantee, puede ser una actividad muy enriquecedora”). Por el contrario, 6 de ellos la ven más adecuada para repasar contenidos, pero no como herramienta que promueva el aprendizaje en sí misma (“Su uso muy de vez en cuando puede servir para repasar conceptos al finalizar los temas, o en días donde el alumno se pueda encontrar más cansado”; “me parece muy interesante siempre y cuando sea para repasar algún contenido, nunca como forma de aprendizaje”). Además, 4 de los participantes nombran otras desventajas entre las que encontramos la cantidad de trabajo que requiere su preparación o la necesidad de contar con profesores de apoyo. Por último, nos gustaría reseñar que nueve de los futuros profesores se plantean incorporarla como parte de su práctica docente cuando sean profesores en ejercicio: (“Lo tendré en cuenta para su posible realización”; “Tras hacer esta, me ha gustado mucho y me parece una herramienta que me gustaría utilizar en mi futuro como docente”).

Tabla 5. Análisis (incluyendo temática, género, curso, fase de enseñanza, modalidad y agrupamiento del alumnado) de los BreakoutEDU implementados por los docentes en formación durante sus prácticas.

Temática	Género	Curso	Fase	Modalidad	Agrupamiento
Cinemática	Mujer	3 ESO	Revisión	Presencial	4-5
Técnicas instrumentales básicas de laboratorio	Mujer	4 ESO	Actividad puntual	Presencial	4-5
Reacciones químicas y tabla periódica	Mujer	2 y 3 ESO	Revisión	Virtual	3
Propiedades de la materia	Hombre	3 ESO	Actividad puntual	Presencial	5

Respecto a los portafolios, 4 futuros docentes incluyeron un BreakoutEDU en sus prácticas escolares (Tabla 5). Los contenidos de los BreakoutEDU fueron: la cinemática; las técnicas instrumentales básicas de laboratorio: organización, materiales; las reacciones químicas y la tabla periódica y por último las propiedades de la materia. En este último caso el profesor en prácticas quiso implementar el BreakoutEDU descrito en este artículo, lo que sugiere el gran interés que inspiró en él nuestra propuesta. Además, destaca la variedad de las temáticas empleadas, lo que demuestra la gran versatilidad que tiene este recurso para trabajar contenidos en el aula. Podemos ver que de los cuatro docentes en formación que implementaron este recurso tres eran mujeres y solo había un hombre. Los datos son limitados para obtener conclusiones fiables pero los resultados parecen indicar que las mujeres estarían más predispuestas a incorporar este tipo de metodología en su práctica docente. Esto podría ser, tal y como se evidenciaba en el ítem M1, porque ellas valoran

más positivamente su capacidad de motivación. Las propuestas se llevaron a cabo en todos los cursos en los que la materia de Física y química está presente apoyando, una vez más, la idea de versatilidad de este recurso. Si bien el curso mayoritario de su puesta en práctica es tercero no podemos afirmar que fuese por predilección del alumnado sino por causas circunstanciales como el grupo en el que impartía clase el/la tutor/a responsable del aula. Si nos centramos en la modalidad de trabajo, la más empleada ha sido la presencial con agrupaciones de 4 o 5 estudiantes. En cuanto al momento, los futuros docentes deciden poner en práctica sus BreakoutEDU en la fase de revisión de sus unidades didácticas o como actividad puntual de repaso cuando el tutor/a acaba la suya.

Conclusiones, limitaciones del estudio e implicaciones educativas

Como conclusión se puede decir que se observa una alta valoración por parte de los futuros docentes hacia el potencial motivador del BreakoutEDU, coincidiendo con Freeman et al. (2014) y Theobald et al. (2017), y especialmente en términos de trabajo en grupo, que va en línea con las emociones descritas en estudios como los de Brusi y Cornellá (2020). Además, los participantes reconocen el valor de esta herramienta para promover el protagonismo del estudiante en su propio proceso de aprendizaje, lo que coincide con las tendencias actuales en educación centradas en el alumno (Blumberg y McCann, 2009).

Sin embargo, surge una reserva en cuanto a la percepción de si el BreakoutEDU es adecuado para enseñar ciencias. Aunque se reconoce su capacidad para hacer el aprendizaje más lúdico, algunos participantes dudan de su eficacia como herramienta de enseñanza. Toma valor la propuesta Martínez-Carmona et al. (2022) de la necesidad de combinar el BreakoutEDU con reflexiones posteriores que ayuden a consolidar los conceptos trabajados, lo cual resalta la importancia del proceso de evaluación como parte integral del aprendizaje significativo. Pese a las reservas mostradas la mayoría de docentes en formación muestra interés en incorporar esta herramienta en su práctica docente futura, lo que sugiere un cambio favorable hacia enfoques pedagógicos más activos y participativos en el aula de ciencias. De hecho, tras vivenciar y analizar el BreakoutEDU propuesto en este artículo, un 22,2% (4 de 18) de los docentes en prácticas decidió incorporar este tipo de actividad en su práctica docente. Esto podría llevarnos a pensar que una exposición más frecuente durante la formación docente podría aumentar su implementación en las aulas, familiarizando al alumnado actual con este recurso desde edades tempranas y facilitando su posterior consolidación en las generaciones de futuros docentes. La integración sistemática de oportunidades de aprendizaje experiencial en la formación docente es crucial para preparar a los futuros educadores para una educación en constante evolución. Es por ello que, la integración de herramientas educativas innovadoras, como los BreakoutEDU, en el proceso de formación de los futuros docentes de secundaria, adquiere una relevancia fundamental en el panorama educativo actual. Es esencial que estos profesionales en formación tengan la oportunidad de experimentar de primera mano esta metodología para desarrollar un espíritu crítico respecto a su aplicación en el aula.

Aunque los docentes en formación participantes en este trabajo han vivenciado un BreakoutEDU, siguen siendo pocos los ejemplos que tienen los docentes para implementar este tipo de actividades, sobre todo como fuente de enseñanza y no solo como repaso de contenidos, por lo que se hace patente la necesidad de seguir con la línea de estudio propuesta en este trabajo.

Los resultados del estudio son prometedores, sin embargo, sería necesario ampliar la muestra y hacer un seguimiento a largo plazo para ver que repercusión tiene realmente en su acción docente.

Agradecimientos

Los autores agradecen el proyecto PGC2018-097988-A-I00 financiado por: FEDER / Ministerio de Ciencia e Innovación (MCI) de España-Agencia Estatal de Investigación (AEI).

Referencias bibliográficas

- Álvarez-Herrero, J. F. (2022). Metodologías activas entre el profesorado STEM de secundaria. *HUMAN REVIEW. International Humanities Review / Revista Internacional de Humanidades*, 11(Monográfico), 1–9. DOI: <https://doi.org/10.37467/revhuman.v11.3860>
- Asunción, S. (2019). Metodologías Activas: Herramientas para el empoderamiento docente. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 7(1), 65–80. DOI: <https://doi.org/10.37843/rted.v7i1.27>
- Barinas, G. V., Cañada, F., Costillo, E., y Amórtegui, E. F. (2024). Breakoutedu: un modelo didáctico alternativo para la educación sostenible en educación primaria. *CIEG*, 65(January), 160–174.
- Blumberg, P. y McCann, A. (2009). Developing Learner-Centered Teaching: A Practical Guide for Faculty. *Journal of Dental Education*, 73, 1125-1126. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.0022-0337.2009.73.9.tb04801.x>
- Brusi, D., y Cornellà, P. (2020). Escape rooms y Breakouts en Geología. La experiencia de “Terra sísmica.” *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 28(1), 74–88.
- Córcica, J. L. (2020). Resistencia docente al cambio: Caracterización y estrategias para un problema no resuelto. *RIED-Revista Iberoamericana de Educacion a Distancia*, 23(2), 255–272. DOI: <https://doi.org/10.5944/ried.23.2.26578>
- Cornellà, P., Meritxell, E., y David, B. (2020). Gamificación y aprendizaje basado en juegos. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 28(1), 5–19. Recuperado de: <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/372920>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., y Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Hunt-Gómez, C. I., Moreno-Fernández, O., Moreno-Crespo, P., y Ferreras-Listán, M. (2020). Escape rooms’ pedagogical potential from female future teachers’ perspectives. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 17(5), 1–16. DOI: <https://doi.org/10.53761/1.17.5.7>
- Jiménez-Tenorio, N., y Oliva, J. M. (2016). Análisis reflexivo de profesores de ciencias de secundaria en formación inicial en torno a diferentes secuencias didácticas. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias.*, 13(2), 423–439. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i2.14
- López Salas, N., Martín Carrasquilla, O., y Montes Gan, M. V. (2021). «Breakout» en la formación del profesorado en ESO y Bachillerato. *Padres y Maestros / Journal of Parents and Teachers*, 387, 32–35. DOI: <https://doi.org/10.14422/pym.i387.y2021.006>
- Martí Climent, A., y García Vidal, P. (2021). Gamificación y TIC en la formación literaria. Una propuesta didáctica innovadora en Educación Secundaria. *Didáctica. Lengua y Literatura*, 33, 109–120. DOI: <https://doi.org/10.5209/DIDA.77660>

- Martínez-Carmona, M., Serrano, F., y Ayuso Fernández, G.E. (2022). Propuesta de un Breakoutedu de cinemática para el alumnado de primero de bachillerato. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 6(1), 75–101. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2022.6.1.8446>
- Martínez Carmona, M., Plaza Griñán, A., Ayuso Fernández, E., Fernández Díaz, M., y Goyena Salgado, M. (2024). Un BreakoutEDU para evaluar contenidos de expresión genética en 4 ESO. Diseño, aplicación y evaluación de las emociones de su puesta en práctica. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 21(1). DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2024.v21.i1.1205
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (2022). Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria
- Negre, C. (2017). *Per què gamificar una proposta educativa?* Fundació Jaume Bofill. Recuperado de: <https://fundaciobofill.cat/videos/que-gamificar-una-proposta-educativa-christian-negre>
- Pérez-Vázquez, E., Gilabert-Cerdá, A., y Lledó Carreres, A. (2019). Gamificación en la educación universitaria: El uso del escape room como estrategia de aprendizaje. In R. Roig-Vila (Ed.), *Investigación e innovación en la Enseñanza Superior. Nuevos contextos, nuevas ideas*. (pp. 660–668). Octaedro.
- Polyakova, O., y de Ros Cócera, L. (2022). Educational Breakout and Sustainable CLIL Teacher Training. *Psychological Science and Education*, 27(2), 96–107. DOI: <https://doi.org/10.17759/pse.2022270208>
- Ramos, Á. (2018). BreakoutEdu en encuentros de profesorado. *Comunicación y Pedagogía (monográfico Escape Room en Educación II)*, 309–310. Recuperado de: <http://www.centrocp.com/comunicacion-y-pedagogia-no-309-310-escape-room-en-educacion-ii/>
- Rincón, W. (2014). Preguntas abiertas en encuestas ¿Cómo realizar su análisis? *Comunicaciones En Estadística*, 7(2), 139–156. DOI: <https://doi.org/10.15332/s2027-3355.2014.0002.02>
- Romero Ariza, M., Quesada Armenteros, A., y Estepa Castro, A. (2021). Promoting critical thinking through mathematics and science teacher education: the case of argumentation and graphs interpretation about climate change. *European Journal of Teacher Education*, 47(1), 41–59. DOI: <https://doi.org/10.1080/02619768.2021.1961736>
- Romero García, M., Antón González, L., y Moya-Mata, I. (2021). El breakout como herramienta lúdico didáctica en la formación permanente del profesorado. *I CITMEF - Congresso Iberoamericano de Tecnologia e Mídias Na Educação Física, Brasil*.
- Santarelli, L. G. (2019). Breakout and Escape Room Instructional Methods in History Education : A Critical Analysis. *Journal of Social Studies and History Education, Spring 2019*, 1–27. Recuperado de: <https://www.uhd.edu/academics/public-service/urban-education/jsshe/arch-2019.aspx>
- Santos, M. J., Miguel, M., Queiruga-Dios, A., y Encinas, A. H. (2020). Looking for the Antidote for Contaminated Water: Learning Through an Escape Game. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 951, 217–226. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-20005-3_22

- Tajuelo, L., y Pinto, G. (2021). Un ejemplo de actividad de escape room sobre física y química en educación secundaria. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 18(2), 1–12. Recuperado de: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2205
- Tercanli, H., Martina, R., Ferreira Dias, M., Wakkee, I., Reuter, J., Amorim, M., Madaleno, M., Magueta, D., Vieira, E., Veloso, C., Figueiredo, C., Vitória, A., Gomes, I., Meireles, G., Daubariene, A., Daunoriene, A., Kortnved Mortensen, A., Zinovyeva, A., Rivera Trigueros, I., ... Gutiérrez Pérez, J. (2021). *Educational escape rooms in practice: research, experiences, and recommendations*. Universidade de Aveiro.
- Theobald, E. J., Hill, M. J., Tran, E., Agrawal, S., Arroyo, E. N., Behling, S., Chambwe, N., Cintrón, D. L., Cooper, J. D., Dunster, G., Grummer, J. A., Hennessey, K., Hsiao, J., Iranon, N., Jones, L., Jordt, H., Keller, M., Lacey, M. E., Littlefield, C. E., ... Freeman, S. (2020). Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(12), 6476–6483. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1916903117>
- Veldkamp, A., van de Grint, L., Knippels, M.-C. P. J., y van Joolingen, W. R. (2020). Escape education: A systematic review on escape rooms in education. *Educational Research Review*, 31, 100364. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100364>
- Vergara-Ruiz, E. N., y Loor-Navia, E. A. (2022). Herramientas tecnológicas y el aprendizaje significativo de los estudiantes de Unidad Educativa Libertad, Ecuador. *Episteme Koinonia*, 5(1), 466. DOI: <https://doi.org/10.35381/e.k.v5i1.1824>
- Villacrez, M. (2017). La experimentación como estrategia pedagógica para fortalecer las habilidades de pensamiento creativo en ciencias naturales y educación ambiental. *Revista Criterios*, 24(1), 69–97.
- Zabala-Vargas, S. A., Ardila-Segovia, D. A., García-Mora, L. H., y Benito-Crosetti, B. L. d. (2020). Aprendizaje basado en juegos (GBL) aplicado a la enseñanza de la matemática en educación superior. Una revisión sistemática de literatura. *Formacion Universitaria*, 13(1), 13–26. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-50062020000100013>

Anexo I

Comienza el reto y se proyecta en una pantalla el siguiente contexto: “Os habéis colado sin permiso en el laboratorio del centro y jugando con el balón habéis tirado varios productos al suelo que se han mezclado. Primero os preocupáis mucho. Pero luego os dais cuenta de que con los conocimientos que tenéis sobre la materia podéis dejarlo todo como estaba. Tenéis 50 minutos antes de que lleguen los profesores y os castiguen. Buena suerte”.

BREAKOUTEDU



Os habéis colado sin permiso en el laboratorio del colegio y jugando con el balón habéis tirado varios productos al suelo que se han mezclado. Primero os preocupáis mucho. Pero luego os dais cuenta de que con los conocimientos que tenéis sobre la materia podéis dejarlo todo como estaba. Tenéis 50 minutos antes de que lleguen los profesores y os castiguen. Buena suerte.

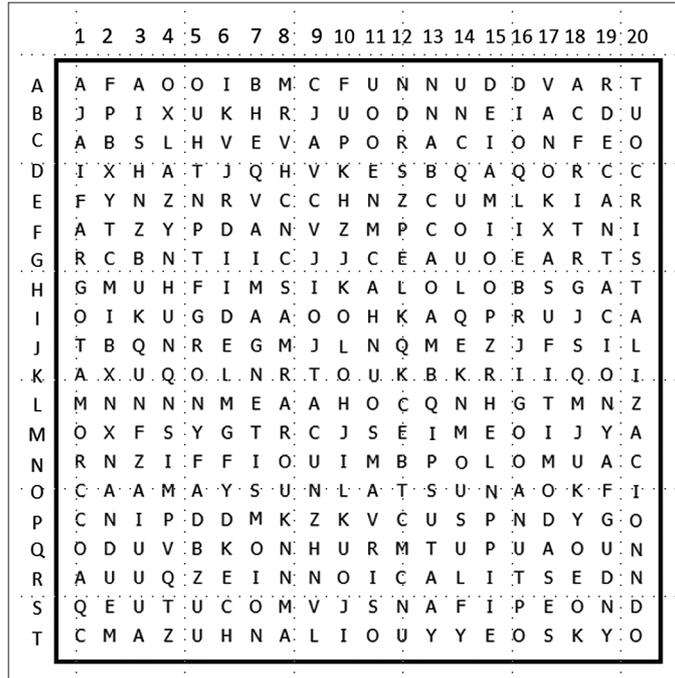
Cada grupo de docentes en formación encuentra en su mesa una caja cerrada con una brida y un código QR, una sopa de letras y una hoja con imágenes de sustancias, primero mezcladas y luego separadas.



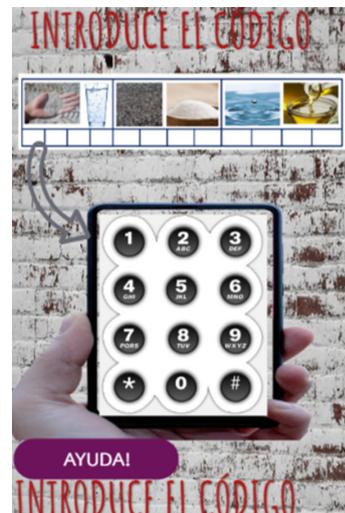
↓



--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



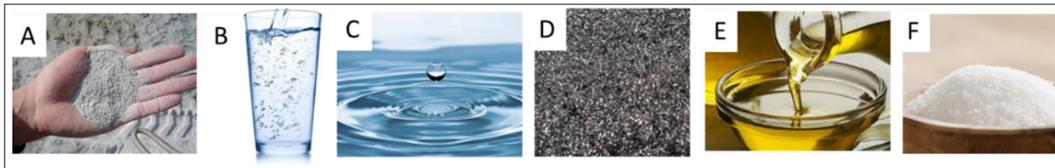
Para obtener la solución deben buscar en la sopa de letras los tres métodos de separación de mezclas correspondientes a las tres imágenes presentes en la hoja respuesta. Después deben apuntar la letra y número de inicio y final de palabra y ponerlo en la misma hoja. Cuando tengan todos los códigos podrán avanzar.



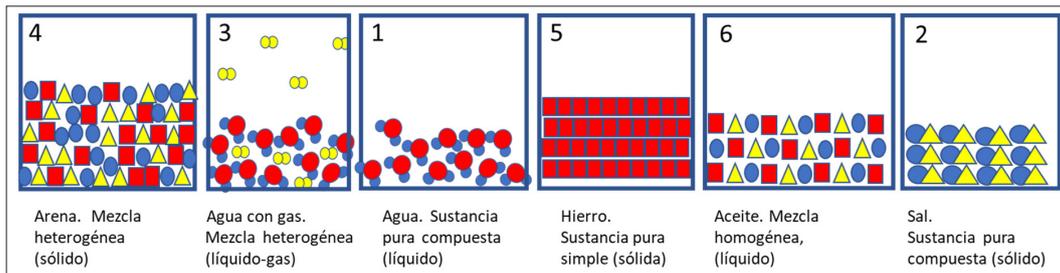
Cuando tienen la solución deben escanear con el móvil el código QR. Ese enlace lleva a una web de genially donde pueden introducir el código. Cuando la respuesta es correcta, avisan al profesor que corta la brida con unas tijeras.



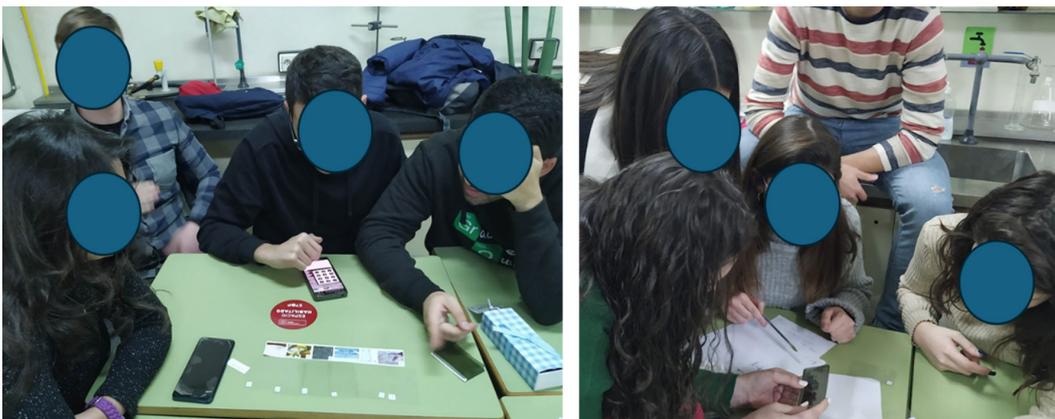
En el interior de la caja grande hay una de menor tamaño, cerrada con otro código QR, una tira con la imagen de 6 sustancias, un sobre con 6 tarjetas de modelos atómico-moleculares de distintas sustancias y dos filtros polarizados que hacen las veces de “microscopio”.



Las tarjetas de modelos atómicos son unas pequeñas cartulinas transparentes que tienen formas y colores diferentes en función del tipo de materia que estén representando.



Para resolver el reto deben asociar cada sustancia a un modelo.



Cada tarjeta de modelo tiene un número, y al encontrar el orden correcto, se obtiene un código de 6 cifras que debe ingresarse en la web, accesible escaneando el código QR en la caja pequeña.



Cuando abren la caja pequeña se encuentran en su interior los siguientes materiales:

- dos tubos de ensayos con agua destilada y agua del grifo numerados con el número 1 y 2.
- Un bote de AgNO_3 (Nitrato de Plata)
- Una pipeta
- Dos porciones de tira de tornasol para medir el pH
- la leyenda del papel de tornasol donde pueden asociar los colores al pH
- Dos bolsitas con metales. Un metal que es dúctil y otro que no lo es, etiquetados con los números 3 y 4
- Dos botes con aceite, uno con pH neutro y otro con pH ácido, numerados con el 5 y el 6
- Una hoja problema

		
Precipito con AgNO_3	Dúctil	pH ácido

En este reto deben asociar que en la hoja de respuestas hay 3 partes y por lo tanto deberán realizar 3 pruebas con los materiales disponibles. La primera prueba es utilizar la pipeta y añadir una gota de AgNO_3 a los dos tubos de ensayo, observando como en el tubo que tiene agua del grifo se forma una mezcla lechosa dando lugar a un precipitado. La segunda prueba es comprobar la ductilidad de los metales que están en las bolsas, pudiendo averiguar que uno es fácilmente deformable plásticamente y el otro no. La tercera prueba es utilizar el papel de tornasol e introducirlo en los botes de aceite, en ellos podrán verificar como uno de ellos tiene un pH ácido mientras que el otro tendrá un pH neutro.



Cuando hayan realizado las 3 pruebas deberán observar la hoja problema y asociar si ocurre o no ocurre el proceso de cada cuadro. Por ejemplo, si precipita o no en AgNO_3 . Con ello obtendrán un código de 3 cifras. Con ese código podrán abrir el candado de su color de la caja final.



Cuando todos los equipos hayan abierto sus candados, abrirán la caja final y encontrarán el código final que permite pasar la cuenta atrás.