

Diseño e implementación de un «escape box» de reacciones químicas en 2.º ESO · Laura Carmona Caballero, Marta Izquierdo Barroso y Juan Peña Martínez

La gamificación aplica elementos lúdicos (retos, niveles, narrativa) a contextos educativos para aumentar la motivación del alumnado¹. Un escape room educativo, a diferencia de los comerciales, busca desarrollar competencias curriculares mediante retos interconectados que exigen colaboración, pensamiento crítico y aprendizaje activo^{2,3}. En secundaria, estas dinámicas han mostrado un impacto positivo en el aprendizaje de las reacciones químicas^{2,4,5}. Una versión especialmente práctica para el aula es el Escape Box, donde los enigmas se concentran en cajas transportables⁶.

El Escape Box es la versión compacta y transportable del escape room. Los desafíos se concentran en una o varias cajas cerradas con candados (numéricos, de letras, con llave). Al prescindir de un escenario temático, los costes y la logística se reducen drásticamente. Además de la portabilidad, la caja cabe en una mochila y se puede usar en cualquier aula, otras ventajas son la durabilidad si se usan materiales plastificados y componentes modulares, lo que también reduce el tiempo de preparación entre sesiones; y la retroalimentación inmediata puesto que cada candado que se abre implica una recompensa visual que indica el progreso. En cuanto a la evaluación, las combinaciones de los candados son evidencias claras de aprendizaje. Hay que tener también en cuenta que puede utilizarse un andamiaje flexible, a través de pistas opcionales graduadas, provistas por el profesorado, con lo cual se evitarían las frustraciones sin perder la autonomía del alumnado⁷, y no olvidar que los retos se construyen de modo que la única forma de avanzar sea aplicar conceptos académicos, por ejemplo, clasificar reacciones químicas o balancear ecuaciones, lo que conecta la teoría con la práctica y consolida el aprendizaje². La narrativa actúa como andamiaje que contextualiza los contenidos y facilita la transferencia⁴.

La actividad de gamificación se realizó con tres grupos oficiales de 2º ESO del instituto IES Narcís Monturiol de Parla. Cada grupo contaba con entre 20 y 24 estudiantes, sumando un total de 69 participantes.

El interior de la caja

El Escape Box consistía en un kit cerrado con candados. Cada equipo recibió una caja idéntica. En el exterior, una breve historia ambientaba la situación y explicaba el contexto, generando expectación y un cierto sentido de urgencia. Esta misma historia se compartió con todos los grupos para favorecer la cooperación. Dentro de la caja había cuatro sobres, cada uno cerrado con un candado diferente (Figura 1a), y en cada uno de ellos se encontraban los materiales e instrucciones para resolver las pruebas. La mecánica era la siguiente, no se podía abrir el sobre 2 sin resolver la prueba 1, y así sucesivamente. Al final, el último sobre contenía los números necesarios para abrir una caja común que estaba en el aula, es decir, todos los kits conducían al mismo destino, permitiendo que los diferentes grupos avanzaran a su ritmo, pero con un objetivo compartido.

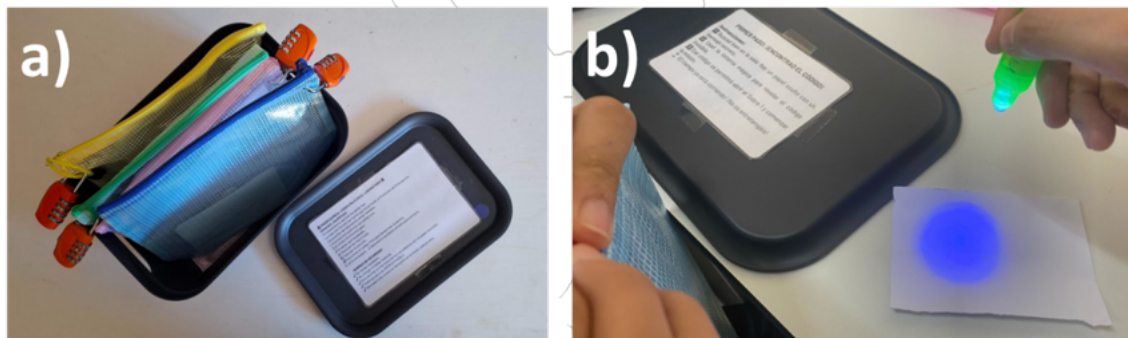


Figura 1. a) Kit completo y b) Resolución prueba inicial. Fuente: Elaboración propia.

La narrativa: “Un experimento fallido”

La narrativa del Escape Box se construyó en torno a un supuesto “experimento fallido” en un laboratorio de química, que sitúa al alumnado en una situación de emergencia ficticia. Según esta historia, un equipo investigador compuesto por el propio alumnado quedó atrapado dentro del laboratorio tras una cadena de reacciones imprevistas provocadas por un fallo experimental. A partir de este incidente, se les encomienda la misión de resolver una serie de retos científicos para restaurar el equilibrio químico, detener la reacción descontrolada y poder desbloquear el sistema de seguridad que les permitirá “escapar”. Esta narrativa no solo contextualiza la actividad, sino que da sentido a cada una de las pruebas presentadas, que se vinculan con contenidos curriculares de 2º de ESO relacionados con los cambios físicos y químicos, las reacciones químicas, el ajuste de ecuaciones, y la conservación de la masa⁸. El planteamiento del Escape Box convierte al alumnado en protagonista activo de una historia que requiere aplicar conocimientos científicos para resolver situaciones problemáticas de manera lógica, cooperativa y significativa.

Las cuatro pruebas (de menor a mayor dificultad)

Antes de empezar con las pruebas, los discentes debían leer las instrucciones que estaban en la tapa de la caja. Allí se les indicaba que buscaran un papel escondido en el aula y que usaran la linterna de luz ultravioleta (UV) que encontraban dentro de la caja

para leerlo (Figura 1b). Ese papel contenía el código del primer candado. Como comentario, durante el juego la linterna UV generó muchas exclamaciones de sorpresa. Varios grupos perdieron un par de minutos buscando el papel por el aula, lo que añadió tensión positiva.

Prueba 1: Cambios físicos vs. químicos

En esta primera prueba, el alumnado debía clasificar diferentes procesos (fundir un metal, quemar madera, disolver azúcar, oxidar un clavo, etc.) como cambio físico o químico. Los procesos se presentaban en tarjetas con imágenes. Cada tarjeta tenía un número en una esquina (Figura 2a).

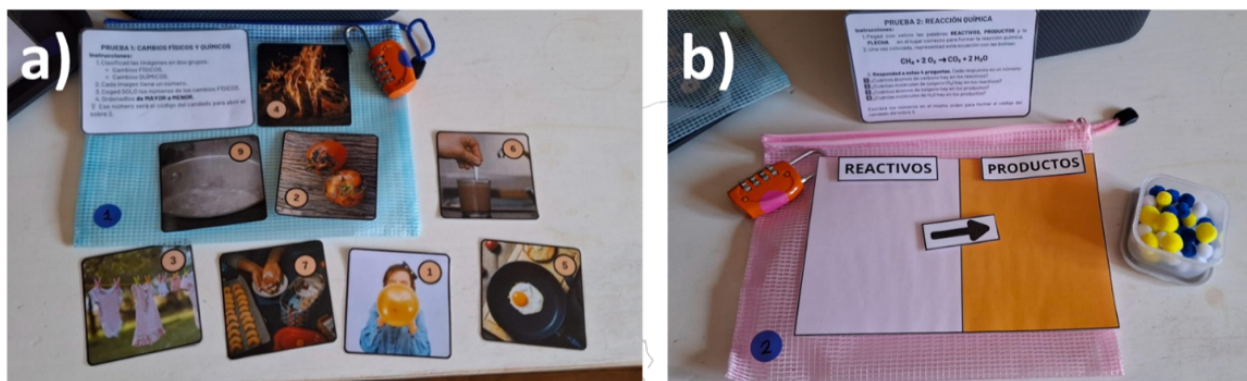


Figura 2. Material para la prueba 1 (a) y 2 (b). Fuente: Elaboración propia.

Una vez clasificadas correctamente, debían ordenar las tarjetas de mayor a menor según un criterio que descubrían al resolver la prueba. El orden generaba un código numérico que abría el candado del segundo sobre. Los grupos más rápidos discutían acaloradamente si la disolución del azúcar era cambio físico o químico. Justo el tipo de debate que se quería generar.

Prueba 2: Representación simbólica de moléculas y átomos.

Aquí aparecían modelos moleculares con bolitas de colores (cada color representaba un elemento: rojo = oxígeno, negro = carbono, etc.), véase la Figura 2b. El alumnado debía identificar reactivos y productos, y responder preguntas sobre el número y tipo de átomos implicados en una reacción. Los estudiantes que solían tener más dificultades con la notación simbólica fueron ayudados por sus compañeros. Por ejemplo, un estudiante le explicaba a otro: “Mira, esta bolita roja es el oxígeno, y aquí hay dos, por eso se escribe O_2 ”.

Prueba 3: Ajuste de reacciones químicas

El equipo debía ajustar dos ecuaciones químicas sencillas. Disponían de una pizarra pequeña y rotuladores para hacer cálculos (Figura 3a). Los coeficientes distintos de uno formaban la clave para abrir el siguiente candado.

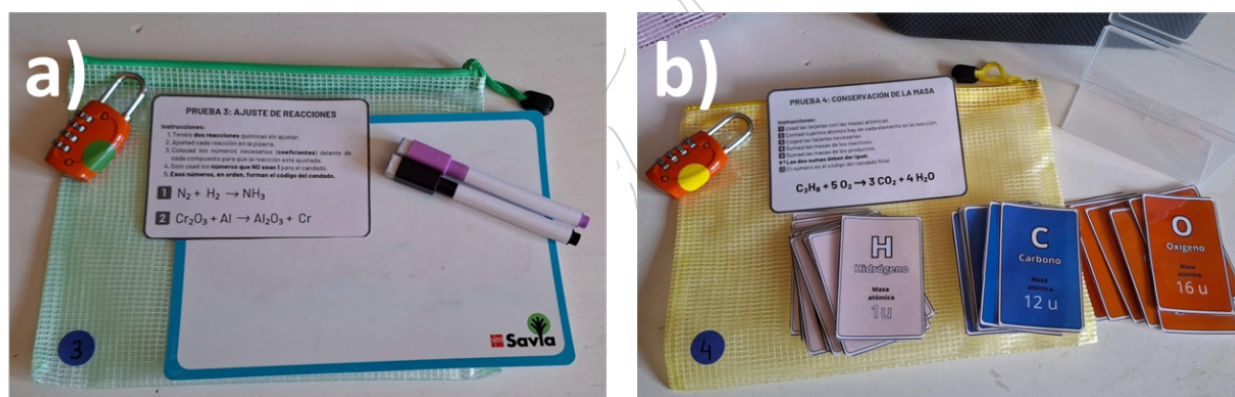


Figura 3. Material para la prueba 3 (a) y 4 (b). Fuente: Elaboración propia.

Aquí aparecieron las mayores dificultades. Algunos grupos intentaban ajustar “a ojo” sin escribir nada. Tras unos minutos de frustración, pedían un comodín y entonces se le sugería que usaran la pizarra. El cambio fue inmediato.

Prueba 4: Conservación de la masa

La última prueba verificaba la Ley de Conservación de la Masa. Se les presentaba una ecuación química y unas tarjetas con los elementos y sus masas atómicas redondeadas (Figura 3b). Debían comprobar si la masa se mantenía constante y averiguar el código para abrir la caja final. Esta prueba fue la más “matemática”. Algunos grupos se dieron cuenta rápidamente de que sumar las masas de reactivos y productos daba el mismo resultado. Otros necesitaron dos intentos, pero al final lo consiguieron.

El cierre: Una caja común y un mensaje especial

La caja común se abría cuando el primer equipo conseguía el código final, y al abrirla nada más y nada menos que se salva el laboratorio y pueden escapar. Dentro había una nota que decía: “¡¡Felicidades!! Podéis ayudar a los demás equipos, todos conseguirán su premio”. Téngase en cuenta que es un detalle crucial. Los primeros en acabar no se quedaban de brazos cruzados, sino que se convertían en ayudantes de sus compañeros y compañeras. De esta forma, todos los grupos tuvieron la oportunidad de completar la actividad sin frustrarse, y el juego no terminaba para nadie hasta el último minuto.

Organización y tiempos

La actividad duró 50 minutos, pero algunos grupos acabaron muy justos. Ampliar a 55-60 minutos podría dar algo más de margen. La organización fue la siguiente:

- Introducción (5-7 minutos): Explicación de la narrativa, normas y reparto de equipos. Se hizo hincapié en el respeto, el trabajo en equipo y el cuidado del material.
- Juego (35-40 minutos): Los grupos trabajan en las pruebas. Pueden pedir hasta tres “comodines” (pistas) si se atascan.
- Cierre (5 minutos): Se abre la caja común, se lee el mensaje y los primeros ayudan al resto.

Comportamiento de los equipos (observaciones durante el juego)

Durante el Escape Box, las dos docentes que coordinaban la actividad tomaron notas de cómo trabajaban los distintos grupos. No se trataba de una evaluación exhaustiva, sino de observar qué funcionaba y qué no para poder mejorar la actividad en el futuro. Lo primero que llamó la atención fue el entusiasmo inicial. Durante los primeros cinco o siete minutos, todos los equipos se lanzaron sobre los materiales con energía, hablaban a la vez, movían las tarjetas, probaban códigos al azar. Era un caos ordenado, pero sin un plan claro. Pasado ese primer momento de euforia, empezaron a diferenciarse tres tipos de dinámicas de equipo: cooperativos, con líder y fragmentados. Los equipos cooperativos fueron los que mejor funcionaron. Estos grupos se repartían el trabajo desde el principio. Alguien leía las instrucciones, otro probaba el candado, un tercero anotaba los códigos que ya habían conseguido. Se escuchaban unos a otros, discutían sin pelearse y, cuando alguien se equivocaba, lo corregían con argumentos. Como resultado, avanzaron rápido, pidieron pocas pistas y fueron los primeros en terminar (o segundos, muy cerca). En cambio, los equipos con líder funcionan bien hasta que el líder falla. En estos grupos, una persona tomaba todas las decisiones. Los demás asentían y ejecutaban, así, probaban el candado que el líder decía, buscaban la pista que él señalaba... Al principio avanzaban bien, porque el líder solía ser alguien con buenos conocimientos. Pero cuando se atascaban (y todos se atascaban en algún momento), el líder se frustraba y empezaba a soltar frases como “Es que no me escucháis” o “Haced lo que os digo”. En ese momento, el grupo se fragmentaba y empezaban los roces.

Finalmente, los equipos fragmentados son los que más sufrieron. Estos grupos nunca lograron organizarse. Hablaban todos a la vez sin escucharse, repetían las mismas acciones una y otra vez (por ejemplo, probar el mismo código cinco veces seguidas) y no repartían las tareas. A la postre, pidieron más pistas que los demás, avanzaron muy lento y algunos estuvieron a punto de rendirse. Con ayuda de las docentes y algún comodín extra, finalmente lograron terminar, pero con más frustración que satisfacción.

Recomendaciones

La observación del desarrollo del juego propició varias lecciones prácticas. No se trata de conclusiones cerradas, sino de propuestas para el docente que se anime a replicar la actividad. En primer lugar, respecto a la atención a los tres perfiles observados de dinámica de grupo, se recomienda dejar que fluyan los equipos cooperativos; con los de líder dominante, habría que intervenir “suavemente” para que el líder delegue, por ejemplo, preguntando “¿Qué opináis los demás?; y con los grupos fragmentados, hay que asignarles roles concretos al principio (un lector, un anotador, un encargado de probar candados...). En cualquier caso, antes de empezar el juego, es conveniente dedicar 2 minutos a que cada equipo se ponga de acuerdo en cómo se van a organizar. No se debe dar por sentado que saben trabajar en equipo. Eso sí, la linterna UV fue un acierto, no en vano, la prueba inicial con tinta invisible y la linterna generó muchas exclamaciones de sorpresa. Es un recurso sencillo, económico y añade un componente de “misterio” que engancha desde el primer momento. Ergo, si es posible, hay que incluir algún elemento sensorial o sorpresivo en la primera prueba. No tiene que ser caro, la tinta invisible, un mensaje con códigos de colores, una lenteja escondida... Cualquier cosa que rompa con la rutina del lápiz y papel.

En referencia a los “comodines”, funcionan, pero hay que dosificarlos. En la implementación del juego se ofrecieron hasta tres pistas por equipo. Los grupos que más las pidieron fueron los fragmentados. Los cooperativos apenas necesitaron una. De todas maneras, es recomendable establecer un sistema claro de comodines. Por ejemplo: comodín 1 - pista leve (señala el camino sin dar la solución), comodín 2 - pista media (reduce las opciones), y comodín 3 - solución casi directa (para equipos bloqueados). En cualquier caso, lo importante es no facilitar pistas sin que las pidan. Parte del aprendizaje es aprender a pedir ayuda cuando la

necesitan, y como no facilitarla. Así, para evitar frustraciones, cuando el primer equipo abrió la caja común, la nota les pedía que ayudaran al resto. Esto fue clave. Los grupos que terminaban pronto no se aburrían ni se sentían "superiores"; al contrario, se convirtieron en facilitadores. Se recomienda no diseñar un Escape Box con un único ganador. Mejor un objetivo compartido donde todos puedan terminar. La competición puede motivar al principio, pero la cooperación sostiene el interés hasta el final. Por último, la observación en tiempo real permite ajustar sobre la marcha. Mientras los discentes jugaban, las docentes íbamos tomando notas de qué pruebas generaban más dudas y qué equipos necesitaban más apoyo. Esto nos permitió, por ejemplo, añadir un comodín extra a un equipo que estaba a punto de rendirse; recordar a un grupo que usara la pizarra para ajustar ecuaciones; detectar que la prueba 3 (ajuste de reacciones) era la más difícil, y prepararnos para ayudar más allí. En conclusión, no hay que limitarse a "vigilar", más bien el propósito es identificar dificultades comunes, detectar alumnado desconectado y, como no, recoger ideas para mejorar la actividad la próxima vez.

Valoración global y propuesta de mejora

Después de esta experiencia, la valoración es claramente positiva, pero conviene matizar. Lo que funcionó muy bien fue la implicación de alumnado normalmente desconectado. Varios estudiantes que suelen no participar, no prestar atención o no completar tareas se volcaron en el Escape Box. Verlos explicar a sus compañeros cómo ajustar una ecuación fue, probablemente, el mejor resultado de toda la actividad. No obstante, la prueba 3 (ajuste de ecuaciones) resultó demasiado difícil para algunos grupos. Se podría optar por incluir una ecuación más sencilla o un ejemplo guiado antes de empezar. Otra cuestión importante es la preparación de materiales pues lleva su tiempo. Plastificar tarjetas, preparar sobres, probar candados, etc., es algo que no se puede improvisar. Aun así, con recursos sencillos, pero con una planificación pedagógica clara, un Escape Box puede transformar el aprendizaje de la química, sobre todo para "enganchar" al alumnado desmotivado y hacer que los contenidos curriculares cobren sentido. De hecho, los estudiantes valoraron la actividad como divertida y útil para aprender. No hubo ni una sola valoración negativa.

Referencias bibliográficas

1. Li, Liuyufeng; Hew, Khe Foon; & Du, Jiahui. (2024). Gamification enhances student intrinsic motivation, perceptions of autonomy and relatedness, but minimal impact on competency: a meta-analysis and systematic review. *Educational Technology Research and Development*, 72(2), pp. 765-796.
2. Lathwesen, Chantal; & Eilks, Ingo. (2024). Can you make it back to Earth? A digital educational escape room for secondary chemistry education to explore selected principles of green chemistry. *Journal of Chemical Education*, 101(8), pp. 3193-3201.
3. Psyllou, María. (2024). Escape the classroom: a game to improve learning and student engagement. En 10th International Conference on Higher Education Advances (HEAd'24). Valencia, 18-21 Junio 2024. <https://doi.org/10.4995/HEAd24.2024.17351>
4. Lathwesen, Chantal; & Belova, Nadja. (2021). Escape Rooms in STEM Teaching and Learning — Prospective Field or Declining Trend? A Literature Review. *Education Sciences*, 11(6), pp. 308.
5. Taraldsen, Lene Hayden; Haara, Frode Olav; Lysne, Mari Skjerdal; Reitan Jensen, Pernille; & Jenssen, Eirik S. (2020). A review on use of escape rooms in education-touching the void. *Education Inquiry*, 13(2), pp. 169-184.
6. Veldkamp, Alice; Daemen, Joke; Teekens, Stijn; Koelewijn, Stefan; Knippels, M-Christine P. J.; & van Joolingen, Wouter R. (2020). Escape boxes: Bringing escape room experience into the classroom. *British Journal of Ed. Technology*, 51(4), pp. 1220-1239.
7. Grepperud, Peter. (2025). Educational escape games in primary and secondary education: a framework synthesis review. *Education Inquiry*, pp. 1-17.
8. Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establecen la Ordenación y las Enseñanzas Mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria.

Laura Carmona Caballero Universidad Complutense de Madrid lcarmo04@ucm.es	Marta Izquierdo Barroso IES Narcís Monturiol (Parla, Madrid) marta.izquierdo9@educa.madrid.org	Juan Peña Martínez Universidad Complutense de Madrid jpe01@ucm.es
---	--	--