



## Diseño, aplicación y resultado de una estrategia de ludificación como actividad de cierre en clases de química

*Design, application and result of a gamification strategy as a closing activity in chemistry classes*

Oscar Raúl Lozano Lucia<sup>1</sup> y Alicia Sánchez López de Andujar<sup>1</sup>

Recepción: 14-03-2021

Aceptación: 16-06-2021

### Resumen

Este trabajo se basa en la premisa de la falta de interés del alumnado por las ciencias, desencadenada en parte por las metodologías de enseñanza que utiliza el profesorado. Se profundiza en el concepto de ludificación (más conocido por el anglicismo de *gamificación*) y especialmente en la aplicación de actividades de tipo *Cuarto de Escape* en el entorno educativo. Se diseña una actividad de ludificación de este tipo, donde se trabajan conceptos que pertenecen al bloque de contenidos de “la materia” del currículo de Física y Química de 4º de ESO de España (15-16 años) con evaluación del resultado del juego por parte de los estudiantes y los docentes. Esta actividad trata conceptos que el alumnado ya ha estudiado anteriormente, por lo tanto, puede ser considerada como una actividad final, de cierre, o de evaluación de los conocimientos de la materia. En la actividad, además, se introduce la visión de una ciencia contextualizada respecto a la historia y a la actualidad (CTSA).

### Palabras clave

Ludificación-gamificación, Cuarto de escape-Escape room, relación CTSA.

### Abstract

This work is based on the assumption of students' lack of interest in science, largely triggered by the teaching methodologies used regularly. It delves into the concept of gamification and especially in the application of educational Escape Room-type activities. A gamification activity of this type is designed. In it, concepts that belong to the content block of “the matter” of the Physics and Chemistry curriculum of 4th ESO in Spain (15-16 years) are worked, with a final evaluation of the game results by the students. This activity deals with concepts that students have previously studied, therefore, it can be considered as a closing activity or as an evaluation of the knowledge acquired. The activity also introduces the vision of a contextualized science regarding history and current scientific issues (STSE).

### Keywords

Gamification, Escape Room, STSE relationships.

<sup>1</sup> Departamento Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universidad de Valencia, España.

## Introducción

**E**n este trabajo se aborda una de las problemáticas más importantes de la actualidad en el escenario educativo de secundaria: el desinterés diagnosticado del alumnado por las ciencias, concretamente por la asignatura de Física y Química (Rocard *et al.*, 2007).

Asimismo, se analizan las causas de esta carencia de motivación por parte del alumnado de secundaria, para diseñar una actividad didáctica basada en la ludificación adaptada al nivel de 4.º de ESO (15-16 años).

En la parte empírica de este documento se describe el diseño de un juego de *cuarto de escape*, más conocido por su término en inglés de *escape room* (que utilizaremos de ahora en adelante, por comodidad y familiaridad entre los estudiantes y docentes) con conceptos de química. Este tipo de juegos están proliferando en la actualidad y pueden resultar un elemento claramente motivador para el alumnado.

En este caso, se trata de realizar una actividad ludificada que incluye la posibilidad de utilización de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y la contextualización histórica de la ciencia y la relación Ciencia-Tecnología-Sociedad y Medio Ambiente (CTSA) para conseguir obtener una participación más activa del alumnado.

## Fundamentación

El desinterés por las materias científicas en los estudiantes de secundaria es una realidad constatada (Rocard, 2007). Los posibles motivos que agravan esta situación son muchos y variados, pero parece cierto que un denominador común se encuentra en la apreciación por parte de los estudiantes de que las clases de ciencias resultan tediosas y aburridas. La falta de interés, provocada en muchas ocasiones por una descontextualización manifiesta o por unas metodologías pobres y ancladas en antiguas costumbres, con procesos meramente expositivos y poco participativos, puede contribuir en buena medida a esta situación poco deseable. Es un fenómeno complejo, multicausal, en el que pueden influir no sólo la forma en que se enseñan las ciencias (Furió-Más *et al.*, 2001), sino también otras variables, tales como la imagen pública de la ciencia, los problemas de género y el estatus de las ciencias en el sistema educativo (Solbes, *et al.*, 2007).

Además, hay que destacar que la mayor parte del profesorado asume el carácter básicamente propedéutico de la enseñanza de las ciencias (Robles *et al.*, 2015) en lugar de atender a la necesidad de crear y formar futuros ciudadanos que puedan comprender la información referente a temas de ciencia que afectan a la comunidad y así poder tomar decisiones y participar en decisiones relativas a la ciencia (Vázquez-Alonso *et al.*, 2005). La importancia de esta afirmación ha tomado especial relevancia debido a la pandemia generada por el COVID-19, donde la información sobre epidemiología, virología, etc. ha sido una constante en los noticieros de todo el planeta (Anderson, *et al.*, 2020).

Ante este panorama, se torna necesario enfocar las clases de ciencias en general, y de química en particular, teniendo en cuenta la dificultad que entraña el diseño de actividades que resulten motivadoras y enriquecedoras para el alumnado. Este aspecto siempre ha constituido una seria preocupación para el profesorado, y aunque todavía algunos padres y educadores piensan que la motivación es parte de la personalidad e independiente de los

contextos de aprendizaje (Bong, 2004), la investigación la ha calificado como un constructo mucho más escurridizo, ambiguo, con múltiples aristas y dimensiones.

Pese a resultar una cuestión controvertida, dichas actividades deberían, entre otros objetivos, intentar aumentar la participación, combatir el aburrimiento de los estudiantes y abandonar visiones *aprobemáticas* o *ahistóricas* (Furió, 2006).

En este sentido, el diseño de actividades que resulten motivadoras se ve reforzado si se tienen en cuenta las relaciones sociales que se establecen en su desarrollo. Esto se puede comprobar por el espectacular aumento de las investigaciones realizadas sobre el aprendizaje cooperativo de las últimas décadas, que ha demostrado, repetidamente, los beneficios motivacionales frente a las actividades de aprendizaje individuales (Webb, *et al.*, 2006), obteniéndose mejoras en las regulaciones sociales (Salonen, *et al.*, 2005) y, en definitiva, en la mejora cognitiva derivada del compromiso grupal adquirido al trabajar en un problema conjunto (King, 1998, 2002). Las actividades motivadoras en las clases de ciencias, al igual que en otras materias (Madariaga y Arriaga, 2011) no deberían obviar estos hechos.

El papel del juego desde la perspectiva educativa ha cambiado respecto al pasado reciente. Siendo el juego una manifestación cultural y social siempre presente en la historia de la humanidad (Calvo y Gómez, 2018) la ludificación, entendida como el uso de elementos propios de la metodología y del diseño de juegos en un ámbito diferente, no relacionado con ellos, ha proliferado como innovación educativa en los últimos años (López y Domenech-Casal, 2018). Numerosas investigaciones se han centrado en el uso de actividades lúdicas en las aulas, resaltando la gran influencia que tiene en el desarrollo cognitivo de los estudiantes, en las emociones y en los procesos de socialización (Ortiz-Colón, *et al.*, 2018). Esto sucede en todas las disciplinas y, por supuesto, en las áreas de ciencias (Loganathan *et al.*, 2019) y en la química (Gutierrez y Barajas, 2019, Plutin-Pacheco y García-López, 2016, Franco-Mariscal, 2014). Del mismo modo, la ludificación puede resultar un elemento compatible con metodologías alternativas (Sailer y Sailer, 2021) pero siempre teniendo en cuenta que su aplicación en el aula debe estar muy estudiada y rigurosamente implementada. De lo contrario, el efecto puede ser contraproducente, especialmente si se promueve en exceso la competitividad entre el alumnado (Hanus y Fox, 2015).

Concretando en las actividades de *escape room*, la profusión de estas ha sido recogida ampliamente en la literatura, encontrando ejemplos en todas las materias y niveles educativos (Fotaris y Mastoras, 2019, Veldkamp *et al.*, 2020, Taraldsen *et al.*, 2020) y, en algunos casos, en las clases de química (Martínez y Lozano, 2020). El *escape-room* es un juego de aventuras de escape basado en el trabajo en equipo, donde los jugadores están bloqueados en una o varias habitaciones y tienen que usar los elementos que hay en ellas para resolver una serie de pruebas y enigmas, para conseguir escapar sin superar el tiempo límite (Diago y Ventura-Campos, 2017). Obviamente, las temáticas son prácticamente infinitas y la imaginación del diseñador hará que la experiencia sea más o menos exitosa.

## Objetivo

El objetivo que articula este trabajo es diseñar, aplicar y evaluar una actividad didáctica, a través del juego, que sea capaz de motivar, enseñar, repasar y evaluar algunos conceptos de química.

En la implementación del juego propuesto en el aula, además de los objetivos específicos asociados a los contenidos estudiados, otros *objetivos didácticos* se trabajan en la actividad como: apreciar la dimensión cultural de la química y valorar sus repercusiones e implicaciones históricas y sociales; contextualizar los contenidos científicos conectándolos con la ciencia cotidiana y las relaciones CTSA; fomentar el uso de las TIC (en este caso, en la fase de búsqueda de información y en el planteamiento del reto); impulsar el trabajo colaborativo como modo eficaz en la resolución de problemas científicos y potenciar y promover el uso de la argumentación en las dinámicas dialógicas propias del trabajo en equipo dentro del aula.

La actividad planteada en este ejemplo aborda los siguientes *conceptos curriculares*:

- Modelos atómicos: evolución histórica.
- Tabla periódica y configuración electrónica. Metales y no-metales. Grupos y periodos.
- Enlace químico: iónico, covalente y metálico. Fuerzas intermoleculares.
- Propiedades de las sustancias según la naturaleza de su enlace.
- Formulación y nomenclatura de compuestos inorgánicos según las normas de la IUPAC.
- Reacciones y ecuaciones químicas.

El papel del profesorado en el *escape room* es ayudar al alumnado en cuestiones relativas a la verificación de los códigos de las pruebas, como comentaremos más adelante.

### Metodología. Descripción del juego

**Temática.** Para la narrativa se ha usado la siguiente historia: En los laboratorios de los centros escolares se aparece el fantasma de Mendeleev en esta época del año. El fantasma consigue cerrar las puertas con los estudiantes dentro. Para encontrar la llave que abre la estancia, el fantasma siempre propone una serie de retos para comprobar que el alumnado ha asimilado los conceptos trabajados en el tema.

**La habitación del escape.** Esta parte es fundamental para la ambientación de la actividad. En este caso se aprovecha el laboratorio que ya está dotado del material usual y hace que la situación parezca más real.

La última sesión antes de realizar el juego se emplea para explicar de qué consta la actividad y cuáles son las normas.

**¿Cómo se consigue salir del escape room?** Se han diseñado varias actividades que tienen que resolver en equipo para poder llegar a la clave que les permitirá salir del laboratorio. Las pruebas están repartidas por toda el aula dentro de sobres que tienen unos códigos de identificación únicos.

Las pruebas diseñadas para cada equipo son diferentes entre ellas. Se trata de un itinerario de resolución lineal con el mismo tipo de prueba para todos los equipos, pero

con diferentes versiones del contenido. Las actividades han sido diseñadas para resolverse en 30-35 minutos.

**¿Cómo se conectan los enigmas /pruebas?** Todas las pruebas están relacionadas con cuestiones de química. En cada una habrá una pista que dará lugar a un código. Este código de uno, dos, tres o cuatro dígitos será el que permita acceder a la prueba siguiente.

Esta actividad de *escape room* es totalmente presencial, es decir, no se trata de un juego virtual. Para el desarrollo de las actividades el alumnado puede utilizar dispositivos con acceso a internet, si se considera oportuno para promover el uso de las TIC, pero también se puede organizar de modo que la información solicitada esté accesible de otra manera (libros, pósteres, etc.). Las pruebas están dispuestas en sobres cerrados con un número escrito en ellos. Este número será el código obtenido en la prueba inmediatamente anterior.

El primer sobre que se da a los alumnos contiene un recorte de prensa y un pantallazo para introducir la historia y dar veracidad en la narrativa del juego (creados en dos aplicaciones web respectivamente, Fodey, s.f., López, 2017). En el recorte de prensa se muestra una noticia sobre la misteriosa aparición del “fantasma” de Mendeleev en los laboratorios escolares. En el pantallazo se presenta una conversación entre el profesorado de química del instituto hablando sobre la aparición del “fantasma”.



**FIGURA 1.** Noticia y conversación falsas

Además de esta información, los sobres adjuntan una nota:

*“A todo el alumnado del centro: Os recordamos que por estas fechas dicen que se aparece el fantasma de Mendeleev, considerado como el padre de la tabla periódica actual, para comprobar que la materia de química se estudia con ganas. Los que lo han visto dicen que consigue encerrar en los laboratorios a un grupo de estudiantes y que no les deja salir a menos que superen unos retos poniendo a prueba sus conocimientos de química. Si tenéis este sobre en las manos es porque el fantasma os ha elegido y ha dado órdenes para que se os entregue”.*

La narrativa podría ser cualquier otra siempre que se justifique que los alumnos están encerrados y que tienen que superar los retos (por ejemplo, que el profesor de química se ha ido del centro educativo, sin darse cuenta de que estaban los alumnos encerrados y que sólo sabe que hay una llave de su compañero en el aula, pero que está escondida a través de



unas pistas para que nadie ajeno al mundo de la química básica la encuentre, o cualquier otra ocurrencia similar).

En el anexo I se explican los diferentes retos planteados a uno de los equipos como ejemplificación. Para diseñar las *secuencias de retos* de los otros equipos colaborativos, basta con cambiar los datos de las diferentes “pistas” de manera que den como resultados códigos diferentes.

## Resultados y discusión

Observación docente durante el juego. Como se ha comentado, el juego fue testado con varios grupos de alumnado de 4º (15-16 años). La primera evaluación del resultado se realizó mediante la observación de los docentes, registrándose los siguientes comportamientos:

- *Agitación* frente a la novedad por parte de todo el alumnado.
- *Expectación* y silencio durante la introducción del juego de toda la clase.
- El ambiente del laboratorio en general se sentía *divertido* y entretenido
- El alumnado iba de un lado a otro para buscar los sobres correspondientes, participando entre ellos y muy *colaborativos*. En la mayoría de los equipos de trabajo se repartieron los trabajos inconscientemente, un componente del equipo leía los textos, otro buscaba en internet, otro anotaba las respuestas, etc.
- Muchos *razonamientos* y *argumentaciones* entre los componentes del equipo para llegar a una solución final
- *Escasa comprensión lectora*. Normalmente el alumnado no presta mucha atención al leer los enunciados o no lo hacen directamente, intentan resolver “el problema” sin atender a los detalles. En este juego también se ha detectado una falta de minucia a la hora de leer y comprender.

Todos los equipos finalizaron el juego dentro de los 45 minutos que duraba la sesión. Dos de ellos entre los 30-35 minutos y los otros 3, un poco después.

**Resultados de las opiniones del alumnado.** Una vez finalizada la actividad se pasó un cuestionario de evaluación para observar las sensaciones del alumnado. El cuestionario se diseñó teniendo en cuenta algunas preguntas de cuestionarios de motivación de investigaciones similares (Robles *et al.*, 2015) así como otras específicamente elaboradas para valorar el alcance de consecución de los objetivos planteados. Estas últimas, fueron consensuadas con un panel de expertos (10 docentes de la materia de diversos centros educativos).

El cuestionario pretende valorar varios aspectos de la actividad. En la primera pregunta, (tabla 1) se solicitó a los alumnos participantes una valoración del juego (A1), el nivel que piensan que tiene (A2) y el grado de creatividad (A3). La opinión se gradúa de 1 a 5 en una típica escala de Likert. El valor 1 tiene las connotaciones de: aburrido, fácil y poco creativo y el 5 de: divertido, difícil y muy creativo respectivamente.

**TABLA 1.** Primera pregunta del cuestionario de evaluación. A: Rodea con un círculo el número que se corresponda con tu opinión sobre las diferentes características del Escape Room:

A1	Aburrido	Entretenido	Divertido
1	2	3	4 5
A2	Fácil	Normal	Difícil
1	2	3	4 5
A3	Poco creativo	Normal	Muy creativo
1	2	3	4 5

La segunda pregunta hace referencia al trabajo en equipo.

*B. ¿Crees que tu equipo ha trabajado en equipo? Sí / No*

Para matizar ésta se hizo la siguiente, buscando diferenciar si el trabajo había sido en conjunto, todos a la vez y sumando o si había estado más individualizado para optimizar el tiempo, pero unidos en el objetivo final.

*C. ¿Cómo crees que ha trabajado tu equipo? Elige una opción y explica brevemente tu respuesta*

*X Individualmente para ir más rápido y conseguir el objetivo común*

*X Conjuntamente para sumar fuerzas y multiplicar el rendimiento*

La última cuestión respecto a la forma de trabajar del equipo preguntaba si la metodología había sido “prueba-error” o reflexión.

*D. ¿Cómo habéis llegado a las respuestas? Elige una opción y explica brevemente tu respuesta*

*X Prueba y error*

*X Reflexionando*

Para finalizar el cuestionario, se lanzan dos preguntas abiertas en las que se pretende conocer los aspectos de mejora para futuras aplicaciones de la actividad.

*E. ¿Qué es lo que más te ha gustado del juego?*

*F. ¿Qué es lo que menos te ha gustado o qué cambiarías del juego?*

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos de la primera parte de la encuesta (pregunta A) y se muestran sus respectivos porcentajes. La muestra corresponde a dos clases de 27 alumnos y 24 alumnos (n=51) respectivamente y se observa que las respuestas positivas en todos los casos son la mayoría.

PREGUNTA	1	2	3	4	5
A1	0	0	4 (7,84%)	15 (29,41%)	32 (62,75%)
A2	0	4 (7,84%)	28 (54,90%)	16 (31,37%)	3 (5,88%)
A3	0	0	6(11,76%)	11 (21,57%)	34 (66,67%)

**TABLA 2.** Respuestas del alumnado a la primera pregunta de la encuesta (A) n=51.

En la segunda pregunta, 45 participantes (88,24%) consideraron que habían conseguido trabajar en equipo. Esta afirmación se matizó con las respuestas de la pregunta C.

En este caso las respuestas estuvieron casi completamente divididas; 25 participantes (49,02%) respondieron que individualmente y 26 (50,98%), que conjuntamente. Algunos comentarios explicativos hacen llegar a la conclusión que la forma de trabajar ha variado en función del tipo de prueba. Aquellas en las que había más de una pregunta han optado por trabajar de forma individual pero organizada para conseguir resolverla antes.

Respecto a la pregunta D la mayor parte del alumnado indica que lo ha hecho reflexionando, pero también marcan el matiz de la pregunta anterior, han empleado la táctica de “prueba-error” en alguna prueba. La más señalada ha sido la primera, donde se les pide que ajusten una reacción química. Es lógico puesto que se trata de ir realizando un tanteo hasta que todos los coeficientes hagan cuadrar la ecuación.

En la pregunta E, se decidió agrupar las respuestas de la siguiente forma:

- Relacionado con la sensación de diversión (10 respuestas, 19,61%) (Ejemplo de respuesta: *“Nos lo hemos pasado muy bien en una yincana (sucesión de pruebas) por el laboratorio pensando”*)
- Relacionado con metodología diferente a la habitual (26 respuestas, 50,99%) (Ejemplos de respuesta: *“Que hemos cambiado la manera de aprender”, “Que hemos hecho algo distinto a lo habitual”*)
- Relacionado con alguna prueba del juego (10 respuestas 19,61%) (Ejemplo de respuesta: *“El puzle de formulación”*)
- Relacionado con no dar clase (de manera convencional) (5 respuestas 9,80%) (Ejemplo de respuesta: *“Que no hacíamos clase”*)

Respecto a la última pregunta, podemos agrupar las respuestas de la siguiente forma:

- No cambiarían nada. Todo les parece bien (28 repuestas, 54,90%)
- Bajar el nivel del juego / cambiar el puzle (15 respuestas, 29,41%)
- Aumentar el tiempo (8 respuestas 15,69%)

Con todas las respuestas analizadas se puede establecer una relación entre los objetivos planteados con la actividad y los resultados obtenidos. La tabla 3 muestra dicha relación:

Objetivos iniciales	Resultados
Realizar una serie de pruebas o enigmas que tengan que resolver de forma cooperativa	• El 88% del alumnado encuestado cree que ha realizado la actividad de forma cooperativa
Incluir conceptos nuevos para que el alumnado investigue sobre como resolver los problemas y hacer pruebas de repaso y evaluación de los conceptos ya vistos en clase	• La primera prueba (segunda parte) y la última se corresponden con el objetivo de investigación independiente. El resto se trata de actividades de repaso
Ajustar el nivel juego a los conocimientos del alumnado de 4.º de ESO para diseñar un Escape Room que provoque una mejora en el interés y motivación por la materia	• Algo más de la mitad del alumnado (55%) piensa que la actividad tiene un nivel adecuado y alrededor de un 37% piensa que el nivel está un poco por encima

**TABLA 3.** Comparación objetivos y resultados.



Incorporar las TIC, la contextualización histórica de la ciencia, la ciencia cotidiana y las CTSA al juego	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las pruebas 1, 3 y 4 introducen estas contextualizaciones</li> </ul>
--	---

### **Resultados de aprendizaje**

La actividad puede ser utilizada en si misma como un método de evaluación si se plantea como tal, pero hay que tener en cuenta que la realización se lleva a cabo de manera colaborativa y, por tanto, los resultados son grupales. Hay que destacar que todos los equipos acabaron la prueba en el tiempo establecido, sin excesiva ayuda por parte de los docentes.

Para comprobar el impacto en términos de aprendizaje se analizaron los resultados obtenidos en la parte correspondiente a esta unidad didáctica, de un examen global de la asignatura al final del curso. La misma docente impartía la misma asignatura a un grupo de similares características en el que no desarrolló la actividad y trabajó los mismos contenidos exclusivamente de manera tradicional y, por tanto, se pudo considerar como grupo de control frente a los dos grupos que realizaron el escape room. Seis preguntas, de un total de 25, correspondían a conceptos incluidos en la actividad. Se contabilizaron todas las respuestas correctas, incorrectas y parcialmente correctas. Los alumnos de los dos grupos que participaron en la actividad obtuvieron mayor porcentaje de respuestas correctas en ese bloque de preguntas (y mayor puntuación global) que el grupo de control, como se ve en la tabla 4.

Respuestas/ grupos	Grupo A - Tratado (realizó la actividad) (n = 27)	Grupo B - Tratado (realizó la actividad) (n = 24)	Grupo C - Control (no realizó la actividad) (n = 26)
<b>Respuestas correctas</b>	119 (73,5 %)	109 (75,7 %)	92 (59,0 %)
<b>Respuestas parcialmente correctas</b>	30 (18,5 %)	18 (12,5 %)	23 (14,7 %)
<b>Respuestas incorrectas</b>	13 (8,0 %)	17 (11,8 %)	41 (26,3 %)

**TABLA 4.** Resultados prueba final.

### **Otras recomendaciones para la implementación**

- Distribución de los equipos por parte del profesorado, asegurando la homogeneidad de los equipos respecto al nivel y actitud.
- Mejorar la estética de la ambientación y la narrativa, incluyendo música ambiente, un reloj con cuenta atrás, un sistema de verificación de códigos con candados numéricos o con aplicaciones móviles e incluso realizar algún video introductorio de la historia que les haga adentrarse en el juego.
- Emplear más recursos tecnológicos para hacer una experiencia más completa, como las aplicaciones de realidad aumentada o realidad virtual.
- Motivar y animar a los equipos con algún beneficio respecto a la nota del trimestre o con alguna ventaja en el examen.

## Conclusiones

Con la realización de este trabajo se ha intentado analizar en profundidad ciertos aspectos de la ludificación en el aula, diseñando y llevando a cabo una propuesta basada en esta metodología para una clase de química de 4.º de ESO (15-16 años). Desde un punto de vista teórico, la ludificación puede aportar importantes ventajas a la dinamización del clima de trabajo, además de ser una herramienta potente para introducir en el aula nuevos puntos de vista con los cuales el alumnado está más familiarizado y que les resultan más atractivos.

Trabajar con el alumnado nuevas vías de aproximarse a los contenidos que se imparten en el aula desde una mirada lúdica es un factor que suele motivar y despertar interés, elementos que constituyen la base del posible incremento de los resultados que se obtienen. Así, a pesar de que por sí mismo el uso de este tipo de metodologías no es sinónimo inequívoco de una mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje, se puede observar que cuando su uso se basa en el seguimiento de unos objetivos planificados, con los cuales se ha definido toda la propuesta de intervención, se consigue potenciar sus beneficios.

El escape room es una herramienta, un tipo de actividad, poco explorado en materias científicas en general y en la química en particular, pero muy utilizado en otras disciplinas. Su uso como elemento motivador y como instrumento de evaluación de actitudes y conocimientos depende en gran medida del diseño específico de la actividad y su correcta adaptación al grupo de estudiantes al que esté dirigido. En cualquier caso, resulta interesante observar como estas actividades pueden ayudar a contextualizar ciertos contenidos y a acercar al alumnado al conocimiento científico, así como promover actitudes y comportamientos deseables en el aula y con un interesante potencial en la mejora del aprendizaje.

## Referencias

- Anderson, A. E., Justement, L. B., y Bruns, H. A. (2020). Using real-world examples of the COVID-19 pandemic to increase student confidence in their scientific literacy skills. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 48(6), 678-684. <https://doi.org/10.1002/bmb.21474>
- Bong, M. (2004). Academic motivation in self-efficacy, task value, achievement goal orientations and attributional benefits. *The Journal of Educational Research*, 97(6), 287-297.
- Calvo, P. y Gómez, M. C. (2018). Aprendizaje y juego a lo largo de Historia. *La Razón histórica: revista hispanoamericana de historia de las ideas políticas y sociales*, (40), 23-31.
- Diago, P. y Ventura-Campos, N. (2017). Escape Room: gamificación educativa para el aprendizaje de las matemáticas. *Suma: Revista sobre Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas* (85), 33-40.
- Educima, s.f. <https://www.educima.com/crosswordgenerator.php>
- Fodey, s.f. <https://www.fodey.com/generators/newspaper/snippet.asp>
- Fotaris, P., y Mastoras, T. (2019, October). Escape rooms for learning: A systematic review. *In Proceedings of the European Conference on Games Based Learning* (pp. 235-243). <https://doi.org/10.34190/GBL.19.179>

- Franco-Mariscal, A. J. (2014). Diseño y evaluación del juego didáctico “Química con el mundial de Brasil 2014”. *Educación Química*, 25, 276-283. [10.1016/S0187-893X\(14\)70568-3](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70568-3)
- Furió Más, C. J. (2006). La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la Química. Una cuestión controvertida. *Educación química*, 17(4e), 222-227. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2006.4e.66011>
- Furió-Mas, C., Vilches, A., Aranzabal, J. G., y Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 19(3), 365-376.
- Gutierrez Mosquera, A., y Barajas Perea, D. S. (2019). Incidencia de los recursos lúdicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química Orgánica I. *Educación química*, 30(4), 57-70. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.4.69991>
- Hanus, M. D., y Fox, J. (2015). Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Computers & education*, 80, 152-161. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.08.019>
- Kacie D, s.f. <https://kcd-elements.tumblr.com/>
- King, A. (1998). Transactive peer tutoring: Distributing cognition and metacognition. *Educational Psychology Review*, 10(1), 57-74. <https://doi.org/10.1023/A:1022858115001>
- King, A. (2002). Structuring peer interaction to promote high-level cognitive processing. *Theory into practice*, 41(1), 33-39. [https://doi.org/10.1207/s15430421tip4101\\_6](https://doi.org/10.1207/s15430421tip4101_6)
- Loganathan, P., Talib, C., Thoe, N., Aliyu, F., y Zawadski, R. (2019). Implementing Technology Infused Gamification in Science Classroom: A Systematic Review and Suggestions for Future Research. *Learn. Sci. Math*, 14, 60-73.
- López, J.M. (2017). ¿Verdad o mentira? Conversaciones falsas de WhatsApp, Twitter y Facebook. <https://hipertextual.com/2017/08/verdad-mentira-conversaciones-falsas-whatsapp-twitter-facebook>
- López, V., y Domènech-Casal, J. (2018). Juegos y gamificación en las clases de ciencia: ¿una oportunidad para hacer mejor clase o para hacer mejor ciencia? *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, 2(1). [10.30691/relus.v2i1.1059](https://doi.org/10.30691/relus.v2i1.1059)
- Madariaga, J. M., y Arriaga, C. (2011). Análisis de la práctica educativa del profesorado de música y su relación con la motivación del alumnado. *Cultura y Educación*, 23(3), 463-476. <https://doi.org/10.1174/113564011797330234>
- Martínez, A. S., y Lozano, O. R. (2020). Experiencia didáctica innovadora en clase de Química sobre la tabla periódica. *Educação Química em Ponto de Vista*, 4(2).
- Ortiz-Colón, A. M., Jordán, J., & Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educação e Pesquisa*, 44. [10.1590/s1678-4634201844173773](https://doi.org/10.1590/s1678-4634201844173773)

- Plutin-Pacheco, N., y García-López, A. (2016). Estrategia didáctica basada en la lúdica para el aprendizaje de la química en la secundaria básica cubana. *Revista Cubana de Química*, 28(2), 610-624.
- Robles, A., Solbes, J., Cantó, J., y Lozano, O. R. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 361-376.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walweg Henriksson, H., y Hemmo, V. (2007). Informe Rocard-Enseñanza de las ciencias ahora: Una nueva pedagogía para el futuro de Europa. Comisión europea.
- Sailer, M., y Sailer, M. (2021). Gamification of in-class activities in flipped classroom lectures. *British Journal of Educational Technology*, 52(1), 75-90. <https://doi.org/10.1111/bjet.12948>
- Salonen, P., Vauras, M., y Efklides, A. (2005). Social interaction-what can it tell us about metacognition and coregulation in learning? *European Psychologist*, 10(3), 199-208. <https://doi.org/10.1027/1016-9040.10.3.199>
- Solbes, J., Montserrat, R., y Furió, C. (2007). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, (21), 91-117.
- Taraldsen, L. H., Haara, F. O., Lysne, M. S., Jensen, P. R., y Jenssen, E. S. (2020). A review on use of escape rooms in education—touching the void. *Education Inquiry*, 1-16. <https://doi.org/10.1080/20004508.2020.1860284>
- Vázquez-Alonso, Á., y Manassero-Mas, M. A. (2016). Los contenidos de ciencia, tecnología y sociedad en los nuevos currículos básicos de la educación secundaria en España. *Indagatio Didactica*, 8(1), 1017-1032.
- Veldkamp, A., van de Grint, L., Knippels, M. C., y van Joolingen, W. (2020). Escape education: A systematic review on escape rooms in education. *Educational Research Review* (31), 100364 <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100364>
- Webb, N. M., Ing, M., Kersting, N., y Nemer, K. M. (2006). Help Seeking in Cooperative Learning Groups. In S. A. Karabenick y R. S. Newman (Eds.), *Help seeking in academic setting: Goals, groups, and contexts* (p. 45–88). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

## Anexo I. Desarrollo del juego (ejemplo de un equipo)

En el primer sobre, cada equipo tiene una reacción química que tiene que ajustar para conseguir el código de la siguiente prueba, por ejemplo:



En este caso, ajustando la reacción, los coeficientes estequiométricos obtenidos serían 1-3-2, por lo tanto, tienen que buscar el sobre que tenga el código 132 escrito. La pista habla de elementos de seguridad del laboratorio, como guantes, gafas, batas etc., el sobre se encontrará junto alguno de estos elementos (el bolsillo de una bata, dentro de un guante...).

En el sobre habrá una tarjeta (tipo naipes, obtenida de cualquier web, por ejemplo, las diseñadas por Kacie (s.f.), en este caso, el Carbono) y una nota tipo:

*“Enhorabuena! Habéis encontrado un elemento de seguridad de laboratorio que os permite estar más cerca de encontrar la forma de salir y continuar con las pruebas, algún componente del equipo deberá llevarlo puesto hasta el final de la sesión. Habéis visto que en el sobre hay una tarjeta, se trata de un elemento de la tabla periódica. Tendréis que nombrar a un componente del equipo como responsable encargado de guardar todas las cartas que vayáis consiguiendo. Las pruebas que necesitaréis completar para conseguir pasar de nivel serán las siguientes: El nuevo código que os hace falta para seguir avanzando se compone del producto del número de protones, neutrones y electrones del isótopo más estable de vuestro elemento.”*

En este caso, tendrán que buscar en el aula el sobre con el código 216 (6x6x6). En dicho sobre se ofrecerá un crucigrama generado con una aplicación web (como por ejemplo Educima, s.f.). Para generar un código diferente para la siguiente prueba, se han remarcado diferentes casillas para cada equipo. Las letras que correspondientes a las casillas remarcadas tienen que ser ordenadas para hacer un número.

Se muestra a continuación el crucigrama generado en un caso particular, con sus definiciones (Tabla 5.) y su configuración espacial (Fig. 1)

Horizontales	Verticales
2. Gas noble que no tiene 8 electrones en su capa de valencia.	1. Tipo de enlace entre un metal y un No metal.
6. Resultado de la unión de dos átomos de elementos diferentes.	3. Los elementos se ordenan en la tabla periódica según sus características físicas y químicas en....?
8. Elementos pertenecientes al grupo 17.	4. Tipo de enlace entre átomos NO metálicos.
9. Zona del espacio donde la probabilidad de encontrar un electrón es mayor del 99 %.	5. Elementos que se caracterizan por su buena conductividad.
10. Átomos del mismo elemento que poseen diferente número de neutrones.	7. Cristal covalente de átomos de C conocido por su gran dureza.

**TABLA 5.** Definiciones para la resolución del crucigrama.

Las letras que correspondientes a las casillas remarcadas tienen que ser ordenadas para hacer un número.



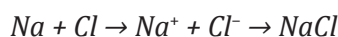




podría referente al amoníaco, la lejía, el azúcar o cualquier otra sustancia que el alumnado conoce sobradamente. La lectura detenida del texto debida al interés por superar el reto, hace que el contenido sea analizado con detalle.

*“Yo **os** cuento la química y vosotros lo demás”*

*La sal común es un compuesto iónico que está formado por la combinación de iones de Cloro<sup>-</sup> y Na<sup>+</sup>, que cristalizan en el sistema cúbico. El cloruro sódico (NaCl) como vemos en su fórmula, posee el mismo número de átomos de cloro y de sodio. Los átomos están unidos por un enlace iónico: El Sodio cede completamente un electrón que es tomado por el Cloro generándose el catión sodio (Na<sup>+</sup>) y el anión cloro (Cl<sup>-</sup>), de tal forma que la fórmula empírica NaCl se puede representar como:*



*La **estabilidad** del compuesto queda garantizada al tener su estructura cristalina una menor energía que los átomos por separado.*

*La sal común **pura** es **blanca**, inodora, y con una solubilidad de 35,7 g/100 ml a 0°C. Su punto de fusión es de 801 °C y su densidad es de 2,16 g/cm<sup>3</sup>. La sal que encontramos en casa está compuesta fundamentalmente por cloruro sódico, pero como cualquier producto extraído de la naturaleza, puede contener impurezas que afectan ligeramente a sus propiedades (como en el caso del color, que puede ser rosado como en el caso de la sal del Himalaya cuyo uso debería hacerse considerando su ausencia de yodo, habitual en la sal común, e incluso impuesto por ley en algunos países).*

*El punto de congelación de los líquidos se **reduce** al disolver sal en ellos, y el punto de ebullición se aumenta.*

*Ahora **tendréis** que investigar un poco sobre la sal. Hay que buscar la información que se os pide sobre la sal (opcionalmente con Smartphones o con equipos con acceso a internet). Uno de vosotros se encargará de apuntar las respuestas que consensuéis entre todos.”*

- Cita otro de los usos de la sal (NaCl) que no esté relacionado con los alimentos (se espera que se haga referencia a descongelar las carreteras de las zonas muy frías, limpieza de metales, antifúngico, repelente de hormigas, desodorizante...)
- ¿Cómo se obtiene la sal que compramos en el supermercado?
- ¿Qué relación existe entre la sal y Polonia? Buscad información e imágenes.

*“Con lo atentos que sois, habréis visto que en el documento anterior hay palabras en negrita, ordenad las iniciales de cada una de ellas para conseguir averiguar dónde se encuentra la llave que os permitirá salir del laboratorio intoxicado.”*

En el caso de este último enigma, la solución será la misma para todos los equipos. Todos los textos tienen 7 palabras en negrita que dan lugar a la palabra PROBETA. Una vez resuelto el enigma, el alumnado tiene que buscar la única probeta que hay en clase y que contiene la llave (bolsa con las golosinas con forma de llave, por ejemplo, simbolizando que han conseguido la clave para salir del laboratorio).