

Marie Curie Lab STEAM Room: Una experiencia educativa de inmersión

Atzimba Soto Calderón 

Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California. México.
atzimba.soto@uabc.edu.mx

Judith Marisela Paz Delgadillo 

Facultad de Ingeniería, Campus Mexicali, Universidad Autónoma de Baja California.
México. paz.judith@uabc.edu.mx

Patricia Mariela Domínguez Osuna 

Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California. México.
mariela.dominguez@uabc.edu.mx

Larissa Helena Valdez Oliveros 

Facultad de Ingeniería, Campus Mexicali, Universidad Autónoma de Baja California.
México. helena.valdez@uabc.edu.mx

Marcos Alberto Coronado Ortega 

Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California. México.
marcos.coronado@uabc.edu.mx

María Amparo Oliveros Ruiz 

Facultad de Pedagogía e Innovación Educativa, Campus Mexicali, Universidad Autónoma de Baja California. amparo@uabc.edu.mx

Reyna Isabel Roa Rivera 

Facultad de Pedagogía e Innovación Educativa, Campus Mexicali, Universidad Autónoma de Baja California. México. reyna.roa@uabc.edu.mx

[Recibido: 23 diciembre 2022. Revisado: 21 febrero 2023. Aceptado: 23 marzo 2023]

Resumen: Marie Curie Lab STEAM Room es una actividad didáctica interactiva de inmersión con un enfoque educativo STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas), que integra estas disciplinas y utiliza las metodologías activas de enseñanza, en este caso un cuarto de escape educativo, *escape room*, para el logro de aprendizajes significativos. El objetivo de la actividad es acercar a los participantes a la ciencia de una manera lúdica, trabajando contenidos curriculares de las disciplinas STEAM en un contexto de interés para los estudiantes y que promueva el desarrollo de habilidades para el siglo XXI. El *escape room* se presentó en el primer semestre de 2022, en el Instituto de Ingeniería a la comunidad universitaria. Se realizaron cuatro presentaciones, cada una con cuatro equipos de aproximadamente tres integrantes, quienes trabajaron de forma colaborativa para superar los retos planteados. El resultado de la presentación muestra que los participantes evaluaron favorablemente la actividad, la encontraron creativa, divertida y manifestaron haber logrado aprendizajes de química, de trabajo en equipo y sobre Marie Curie como una figura científica de referencia. La puesta en marcha de esta actividad pone en evidencia que los *escape room* educativos son experiencias de inmersión atractivas para los participantes. Además de que se pueden diseñar alineadas al currículo en diversas asignaturas, para su implementación en el aula, desarrollan habilidades como la colaboración, el pensamiento crítico y la creatividad; estas experiencias son a la vez

exigentes, desafiantes, interesantes y divertidas. Al final de esta investigación se identificó que existe un área de oportunidad de formación en relación con integrar este tipo de metodologías en la práctica docente.

Palabras clave: Enseñanza de la ciencia, Educación STEAM, gamificación, *escape room*, química y física.

Marie Curie Lab STEA Room: An Immersive Educational Experience

Abstract: Marie Curie Lab STEAM Room is an immersive interactive didactic activity with an educational approach STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics), which integrates these disciplines and uses active teaching methodologies, in this case an educational escape room, for the achievement of significant learning. The objective of the activity is to bring the participants closer to science in a playful way, working on curricular contents of the STEAM disciplines in a context of interest to students, which promotes the development of skills for the 21st century. The escape room was presented in the first semester of 2022, at the Institute of Engineering to the university community. Four presentations were made, each with four teams of approximately three members, who worked collaboratively to overcome the challenges posed. The result of the presentation shows that the participants favorably evaluated the activity, found it creative, fun, and stated that they had learned about chemistry, teamwork and about Marie Curie as a scientific figure of reference. The implementation of this activity shows that educational escape rooms are attractive immersion experiences for the participants. In addition to that they can be designed aligned to the curriculum of various subjects, for implementation in the classroom. They develop skills such as collaboration, critical thinking, and creativity; these experiences are demanding, challenging, interesting and fun at the same time. At the end of this investigation it was identified that there is an area of teacher training opportunity in relation to integrating this type of methodologies in teaching practice.

Keywords: Science teaching, STEAM education, gamification, escape room, chemistry, and physics.

Para citar este artículo: Soto Calderón, A., Paz Delgadillo, J.M., Domínguez Osuna, P.M., Valdez Oliveros, L.H., Coronado Ortega, M.A., Oliveros Ruiz, M.A. y Roa Rivera, R.I. (2024) Marie Curie Lab STEAM Room: Una experiencia educativa de inmersión. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 21(1), 1201. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2024.v21.i1.1201

Introducción

La educación STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) propone un aprendizaje activo que invita a los estudiantes a desarrollar procesos mentales a través de actividades con conexiones interdisciplinarias y debates en clase, dejando a un lado el escuchar pasivamente a un experto. Este modelo educativo hace hincapié en el desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior y con frecuencia, implica el trabajo en grupo (Freeman et al., 2014). De igual forma, utiliza una técnica de aprendizaje llamada gamificación, término que tiene una gran aceptación del profesorado en todos los niveles educativos, debido al interés, motivación e implicación que genera en los estudiantes, colocándolo así, como un elemento clave para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula y en el currículo (García, 2019; Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2019), que gracias a la aplicación de principios propios del juego en un ambiente de aprendizaje, se puede influir en el comportamiento, incrementar la motivación y favorecer la participación de los estudiantes en el aula (Duarte, 2020).

Por consiguiente, esta técnica de aprendizaje utilizada por el STEAM ubica a las salas de escape o *escape room* como un ejemplo de un entorno de aprendizaje único que generalmente implica una aventura misteriosa y descifrar enigmas en grupo aplicados a situaciones y contextos del mundo real (Avargil et al., 2021), donde se promueven habilidades de resolución de problemas, comunicación, colaboración, trabajo en equipo y liderazgo, competencias que reciben especial atención de los líderes empresariales y políticos, y que son denominadas habilidades del siglo XXI (National Research Council, 2012).

De esta forma, los *escape room* se categorizan como una modalidad de enseñanza en la que los estudiantes utilizan señales o pistas para escapar de un escenario simulado. En su secuencia didáctica integra acertijos, un tipo de juego que los estudiantes deben resolver dentro de un límite de tiempo para pasar a la siguiente tarea. También, el uso de una(s) meta(s) y/u objetivo(s) de aprendizaje y, se incluye una sección de información posterior a la actividad para fortalecer el aprendizaje que se produce y, por tanto, la construcción de un conocimiento (Anderson et. al, 2020).

La experiencia educativa comienza dando instrucciones a los estudiantes para que participen según las reglas y se explica la historia detrás de todo el misterio, siendo este último, el camino de aprendizaje clave para obtener la competencia esperada (Cruz, 2019). Al integrarse adecuadamente en el currículo, las experiencias son más intensas, inmersivas y suelen fomentar una mayor participación por parte del alumnado (Navarro-Mateos y Pérez-López, 2021). El *escape room* educativo se puede diseñar como una serie de salas secuenciales, donde los estudiantes deben completar un rompecabezas o descifrar un código para abrir y acceder a cada habitación. De igual forma, se puede plantear como un espacio único donde se responde una serie de preguntas, cada una revela parte de un código de escape si la respuesta es correcta. Cabe resaltar, que las estrategias de aprendizaje al utilizar el *escape room*, pueden realizarse bajo modalidades en línea o cara a cara, es decir, los estudiantes pueden trabajarlo de forma síncrona en grupos o de forma individual, asíncrona (Casler, 2022).

Para efectos de esta experiencia educativa, Marie Curie es la figura central, debido a su destacada trayectoria profesional en el área de la ciencia y se presenta a los participantes su historia, con el objetivo de convertirla en una referencia para los estudiantes, especialmente para las jóvenes. Según el Instituto Mexicano para la Competitividad (2022), en México en 2021, solo 13.5% de las mujeres profesionistas eran egresadas de carreras STEM. En este sentido, Porter y Serra (2019) señalan que los modelos femeninos a seguir impactan de forma positiva la selección de carrera de estudiantes mujeres en áreas tradicionalmente ocupadas por varones. Es así que, las mujeres continúan subrepresentadas en las disciplinas STEM (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2019) y los informes del Foro Económico Mundial (World Economic Forum, 2022) evidencian los pocos resultados para incentivar vocaciones STEM en las jóvenes. En este sentido, Donna Milgram (2011) propone que además de mostrar los aspectos destacados en las carreras de estas modelos a seguir, se presente a su vez el gozo que encontraron en su trabajo, así como sus intereses personales y familiares.

En conclusión, la experiencia educativa de integrar en el currículo estrategias de gestión tipo *escape room* transforma la práctica docente, y, por ende, los objetivos de aprendizaje deberán tener un gran peso a la hora de diseñar la actividad académica. Ciertamente, estar centrados en construir conocimientos o desarrollo de habilidades como el liderazgo, la comunicación, el trabajo en equipo, la toma de decisiones y la resolución de problemas. Su aplicación en el terreno educativo facilita la inmersión en procesos de aprendizaje científico, tecnológico, artístico y detona los distintos estilos de resolución de problemas. También, conviene destacar el potencial artístico y creativo que propicia en todas las personas involucradas. En este sentido, se trata de un método que puede ser adaptado a distintos contextos educativos, al incorporar contenidos de asignaturas y las estrategias alinearlas al aprendizaje basado en el juego (Tajuelo y Pinto, 2021).

El objetivo de este estudio es mostrar una experiencia educativa concreta de gamificación a través de un *escape room*, diseñado y desarrollado para promover un acercamiento a la

ciencia de manera lúdica y creativa, trabajando un contenido curricular y bajo un contexto de interés para el desarrollo de competencias y habilidades STEAM en los estudiantes de Educación Secundaria, Educación Media Superior y Superior. De forma paralela, aportar ideas sobre el utilizar los juegos con posibilidades de enseñanza para su implementación en escenarios educativos de inmersión, así mismo, analizar los resultados de las estrategias formativas aplicadas a los estudiantes, con base en las metodologías activas de aprendizaje.

En seguida se describen el diseño metodológico, los resultados obtenidos, la discusión y las conclusiones de la experiencia educativa Marie Curie Lab STEAM Room.

Diseño metodológico

El presente estudio hace un análisis descriptivo utilizando una metodología mixta de investigación; misma que integra tanto el enfoque cualitativo como el cuantitativo, lo que permite ampliar la comprensión de un fenómeno (Osorio y Castro, 2021).

El *escape room* Marie Curie Lab STEAM Room se diseñó con una serie de retos que se resuelven en una secuencia lineal (Piñero, 2019; Rosales et al., 2019), como una experiencia de inmersión (Dietrich, 2019), que cuenta con elementos audiovisuales (Figura 1, a y e), videos que relatan la historia, música de ambientación durante el desarrollo del juego y de caracterización de los jugadores: batas, lentes, guantes, pulseras y calcomanías de identidad que distinguen a un equipo de otro (Figura 1, b y d). En este sentido, uno de los objetivos es desconectar a los jugadores de la realidad, por lo que, el espacio destinado al juego se ambientó con escenografía acorde al laboratorio de Marie Curie (Figura 1, c).

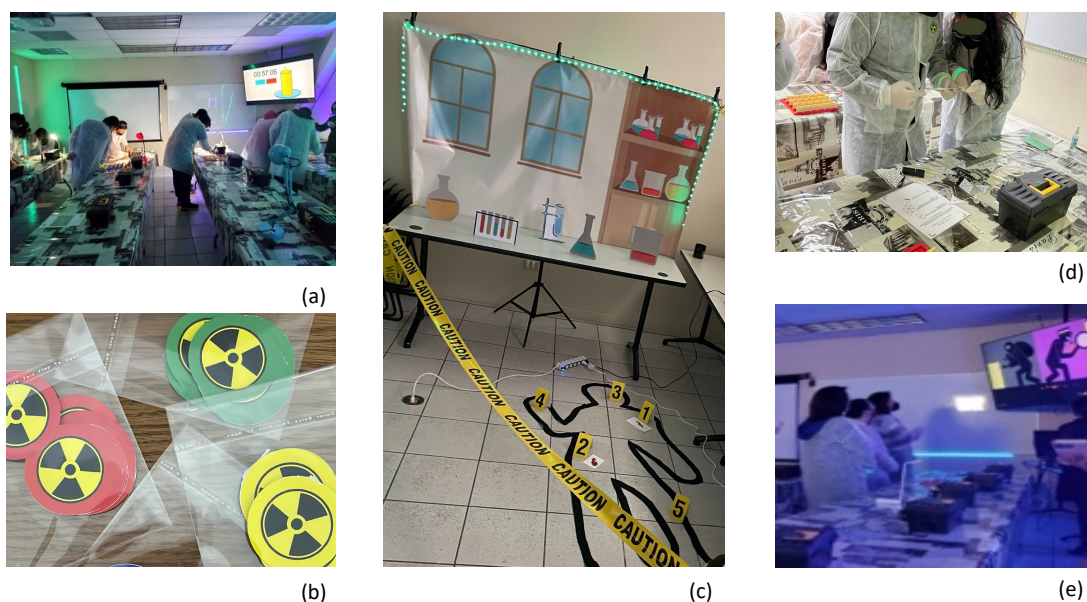


Figura 1. Marie Curie Lab STEAM Room. Una experiencia de inmersión.

Los retos se diseñaron para que los participantes trabajaran en cuatro equipos de tres o cuatro integrantes cada uno (Watermeier y Salzameda, 2019; Ferreiro et al., 2018). Los equipos de trabajo se formaron de acuerdo con el registro de los participantes en un formulario de Google Forms, en el que podían elegir entre cuatro horarios diferentes y el cual fue compartido en el sitio de Facebook de la Red STEAM UABC.

Distintas disciplinas se integran en los retos, química principalmente, ya que está dedicado a Marie Curie, pero también física e historia. Se abordan temas relacionados con la tabla periódica, las reacciones químicas, la conductividad de distintos materiales y el cuerpo humano, así como la construcción de circuitos eléctricos. La dinámica del juego requiere pensamiento crítico, colaboración, comunicación y creatividad para su solución, todas ellas, habilidades para el siglo XXI.

A continuación, se presenta el procedimiento de diseño, implementación y evaluación de la experiencia en sus distintos componentes: 1) Argumento, 2) Organización, 3) Retos, 4) Descripción de la actividad y 5) Instrumento de evaluación.

Argumento del juego

La historia que cuenta el *escape room* se presenta en un video, en el que Marie Curie solicita la ayuda de los participantes para encontrar los miligramos de radio que han intentado robar de su laboratorio. En una medida desesperada, su asistente, antes de ser asesinado, resguardó el radio en una caja cerrada con un código secreto. Seguidamente, los jugadores tienen una hora para ingresar al laboratorio de Marie Curie y resolver los retos que develan el código que les permitirá recuperar el radio, antes de que la radiación cause efectos irreversibles en su cuerpo.

Organización del juego

En cada mesa se posiciona un equipo y una serie de cinco cajas cerradas con candados de combinación, ordenadas en secuencia lineal, cada una representa un reto y contiene las pistas para abrir el candado de la siguiente caja, de acuerdo con el diseño que se esquematiza en el diagrama de desafíos que se muestra en la Figura 2.

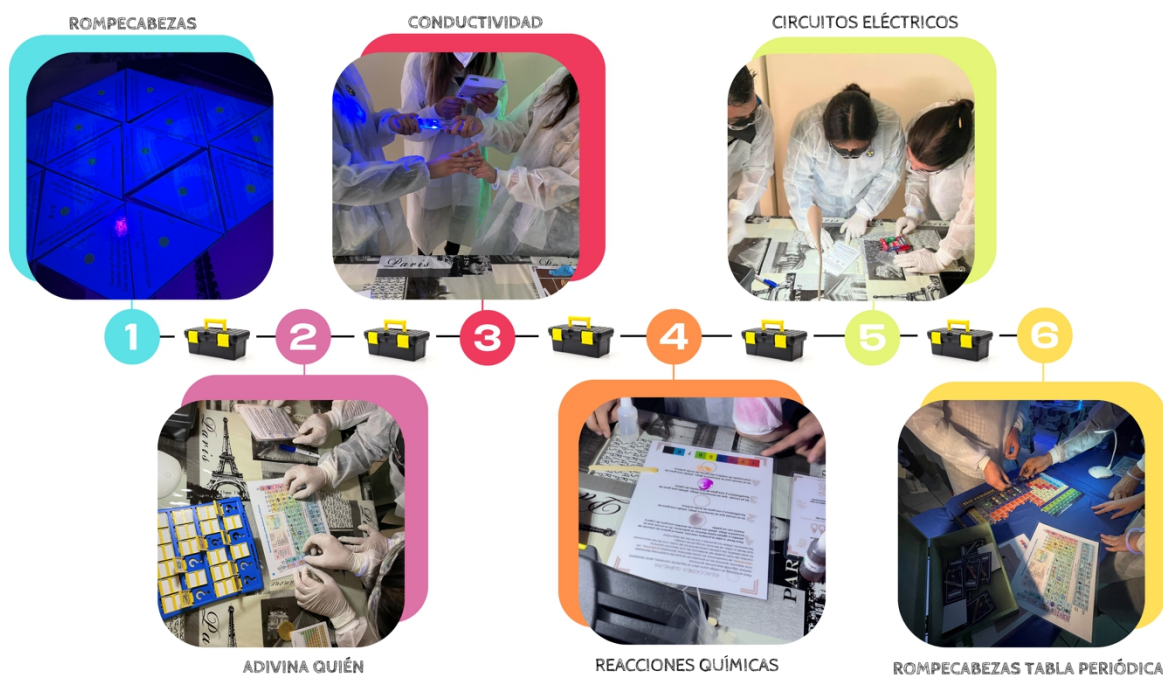


Figura 2. Diagrama de desafíos que muestra la organización del juego y el orden de cada uno de los retos. Las cajas contienen los materiales para descifrar el siguiente código.

Retos

Los retos se adaptaron de la propuesta de Adrian Allan (2018), en el contexto de la historia del Marie Curie Lab STEAM Room. El grado de dificultad atiende a los programas de química de educación secundaria y nivel medio superior, K-9 a K-12.

Enseguida se describen cada uno de los retos.

1. *Rompecabezas*, (Figura 2, núm. 1), consiste en 18 triángulos que contienen datos relevantes de la biografía de Marie Curie, el código para abrir el candado de la caja número uno, aparece como cuatro números escritos en tinta que solo es visible bajo la luz ultravioleta (Yayon et al., 2019), de una lámpara que se proporciona a los equipos al inicio del juego.
2. *Adivina quién de los elementos químicos*, (Figura 2, núm. 2), la primera caja contiene una serie de pistas para descartar algunos de los elementos del tablero, los símbolos de los elementos que restan son la clave para abrir el candado de la caja número dos, que contiene las pistas del reto de conductividad.
3. *Conductividad*, (Figura 2, núm. 3), la segunda caja contiene una serie de materiales numerados y un *energy stick* (Lincoln, 2019), para probar la conductividad de estos; los números de los materiales conductores son el código que abre la caja número tres.
4. *Reacciones Químicas*, (Figura 2, núm. 4), los participantes llevan a cabo una serie de reacciones químicas, cuyo cambio de color descifra la clave para abrir el candado de la caja número cuatro.
5. *Circuitos eléctricos*, (Figura 2, núm. 5), los participantes ensamblan los componentes de un circuito eléctrico para encender un led y localizar los números que abren el candado de la caja número cinco, que contiene la cuarta parte de las piezas de un rompecabezas de la tabla periódica.
6. *Rompecabezas de la tabla periódica*, (Figura 2, núm. 6), en el último desafío, los equipos se dan cuenta de que solo tienen la cuarta parte del rompecabezas y que para superarlo necesitan completarlo juntos. Al terminarlo, descubren un código numérico escrito en las piezas, que se revela con luz ultravioleta. Este código abre la caja que contiene el radio de Marie Curie.

Descripción de la actividad

Una vez que los jugadores estuvieron listos y previo al comienzo del juego, mediante un video (Figura 3, a) se señalaron las instrucciones y las medidas de seguridad personal (Watermeier y Salzameda, 2019). Para hacer más real la experiencia, se indicó que debían protegerse, con una bata de laboratorio, unas gafas de seguridad y guantes (Figura 3, c), debido a que entrarían al radiactivo laboratorio de Marie Curie, en este escenario simulado.

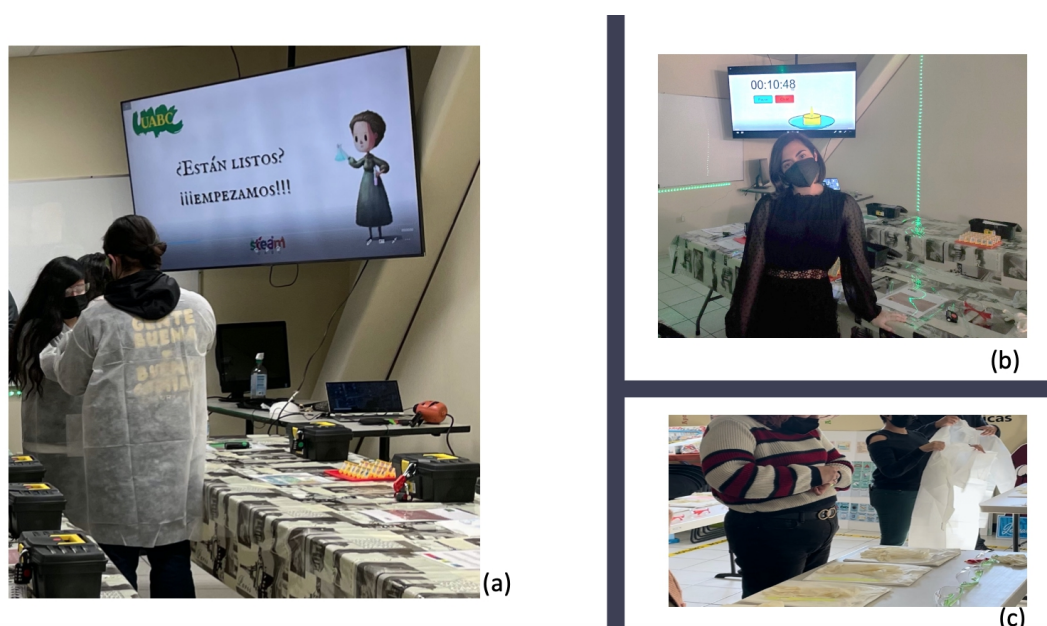


Figura 3. Comienzo del juego.

Al iniciar el juego tuvieron como *gamemaster* (Rosales et al., 2019; García-Tudela et al., 2020) a Marie Curie (Figura 3, b), quien mostró dos videos. El primero, expuso el desafío a superar y el segundo presentó la información biográfica más destacada de esta científica. Una vez que terminaron los videos, comenzó a correr el tiempo de 60 minutos para terminar la actividad, para lo cual se proyectó un reloj temporizador (Figura 3, b) y se ambientó el espacio con luces LED, música de suspenso y acción, con la intención de incrementar la experiencia de inmersión (Lozano y Sánchez, 2021). Marie Curie apoyó a los equipos con pistas para resolver los retos cuando fue necesario (Avargil et al., 2021).

Al finalizar el juego se entregó a los participantes un tríptico sobre los principios científicos detrás de los retos, el cual incluyó códigos QR para leer con teléfonos celulares y ampliar con información en línea.

Instrumento de evaluación

El *escape room* se evaluó con un instrumento semiestructurado adaptado de Tajuelo y Pinto (2021) y Lozano y Sánchez (2021), el cual registró la opinión de los participantes. Se solicitó responder al término de la actividad de forma anónima, en un formato Google Forms, utilizando un código QR y su teléfono celular.

El instrumento consistió en 22 ítems, divididos en cinco secciones. La primera sección recogió los datos generales de los participantes: edad, género y escolaridad. La segunda, consultó la opinión de los participantes respecto del nivel de desafío del juego en cinco preguntas que se midieron en una escala de Likert de cinco puntos. La tercera, solicitó la valoración de la actividad por parte de los participantes, en siete preguntas medidas con escala de Likert de cinco puntos, más una pregunta dicotómica y una abierta. La cuarta, planteó tres preguntas cerradas respecto del trabajo de equipo; finalmente la quinta sección consistió en dos preguntas abiertas en relación con las oportunidades de mejora del *escape room*.

Resultados

En este apartado se describen los resultados obtenidos de los participantes en la implementación del Marie Curie Lab STEAM Room, en cada una de las cinco secciones del instrumento de evaluación: 1) Datos generales, 2) Nivel de desafío, 3) Valoración de la actividad, 4) Trabajo de equipo y 5) Oportunidades de mejora. Esta experiencia se presentó por primera vez en el marco del 65 Aniversario de la Universidad (ver Figura 4), después de haber puesto en marcha una prueba piloto y realizar los ajustes necesarios para su mejora.



Figura 4. Marie Curie Lab STEAM Room.

Datos generales

La primera sección del instrumento registró los datos generales de los encuestados. De los 53 participantes, 44 respondieron el cuestionario. Como se muestra en la Figura 5, de ellos 55% son mujeres y 45% hombres. La distribución por edad fluctuó entre los 13 y los 48 años, con una media de 23.5 años.

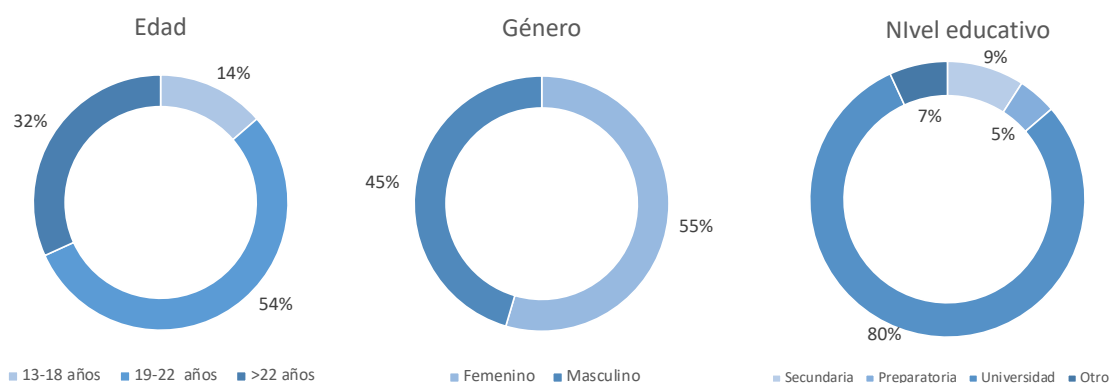


Figura 5. Datos generales.

En relación con el nivel educativo (Figura 5), el 80% señalaron estudiar en nivel educativo superior, el 9% se encontraban estudiando secundaria, el 7% dijeron pertenecer a otro nivel educativo y 5% en nivel medio superior.

Nivel de Desafío

La segunda sección del cuestionario mide la opinión de los participantes con relación al nivel de desafío percibido, se realizaron cinco preguntas bajo una escala de Likert de cinco puntos y los resultados se pueden observar en la Figura 6.

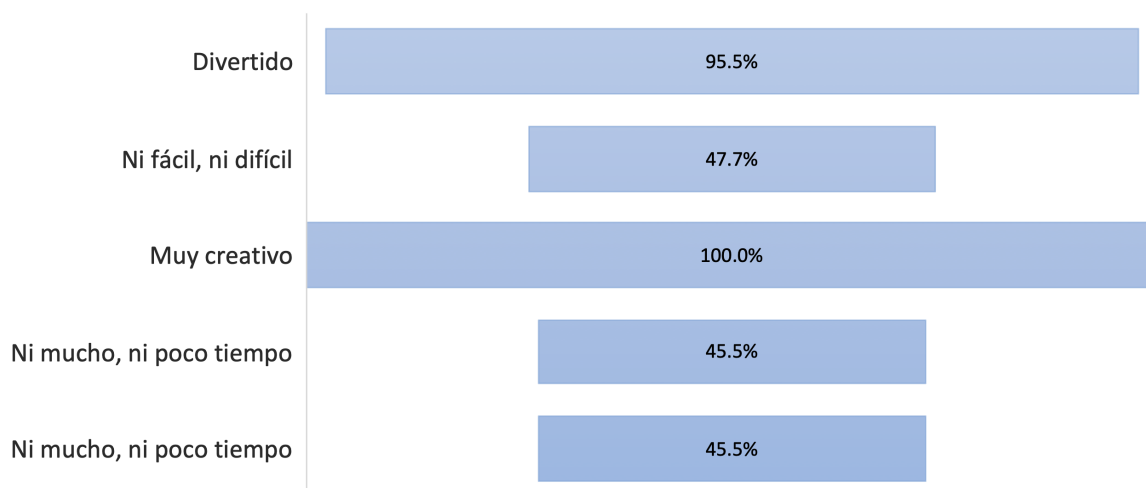


Figura 6. Nivel de desafío percibido.

En la primera de ellas se cuestiona, ¿En qué medida consideras que el Marie Curie Lab STEAM Room ha sido: 1) Aburrido y 5) Divertido?, en la cual el 95.5% lo encontró divertido. La segunda pregunta de esta sección indaga la opinión de los participantes en relación con el nivel de dificultad del juego, 1) Muy fácil, 2) Fácil, 3) Ni fácil, ni difícil, 4) Difícil, 5) Muy difícil; el 47.7% de los estudiantes consideró que el nivel de dificultad fue Ni fácil, ni difícil (Figura 6).

La tercera pregunta evaluó la opinión de los participantes respecto de la creatividad del juego, en una escala que va desde 1) Poco creativo hasta 5) Muy creativo, en la cual, el 100% de los encuestados lo consideró muy creativo (Figura 6).

La cuarta pregunta registró la opinión de los participantes en cuestión del tiempo asignado para resolver los retos; asimismo, la quinta y última pregunta de esta sección, evaluó la opinión de los encuestados sobre el tiempo total de la actividad. En ambos casos se utilizó una escala, donde: 1) Muy poco tiempo y 5) Mucho tiempo. El 45.5% consideró que el tiempo asignado para resolver los retos y el tiempo total de duración de la actividad, fue Ni mucho, ni poco tiempo, es decir los tiempos fueron justos (Figura 6).

Valoración de la Actividad

En la tercera sección del cuestionario se solicitó a los participantes valorar la actividad, mediante nueve preguntas; siete de ellas fueron medidas con una escala Likert de cinco puntos, más una pregunta dicotómica y una abierta. La primera pregunta mide la frecuencia con la que los participantes están en contacto con este tipo de actividades, en una escala donde 1) Ninguna frecuencia, 5) Muy alta frecuencia. La Figura 7 muestra que el 69%, señaló que con muy baja frecuencia o ninguna frecuencia participan en actividades como el *escape room* educativo.

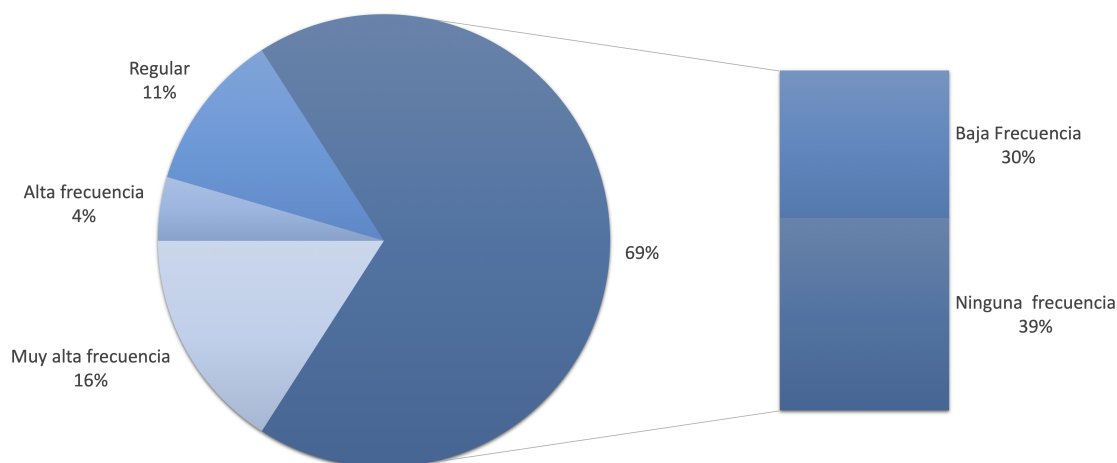


Figura 7. Frecuencia de contacto con actividades como el Marie Curie Lab STEAM Room.

El resultado de las siguientes cuatro preguntas de esta sección se midió también en una escala Likert de cinco puntos, 1) Totalmente en desacuerdo, 5) Totalmente de acuerdo. La Figura 8, muestra el porcentaje de respuestas para la escala Totalmente de acuerdo, el 97.7% respondió que es una buena manera de repasar los contenidos de las asignaturas escolares, el 95.5% manifestó que las instrucciones se encontraban explicadas con claridad, el 93.2% de los participantes dijo le gustaría participar con mayor frecuencia en este tipo de actividades y el 70.5% consideró que sus conocimientos previos de química los habían ayudado a resolver los retos.

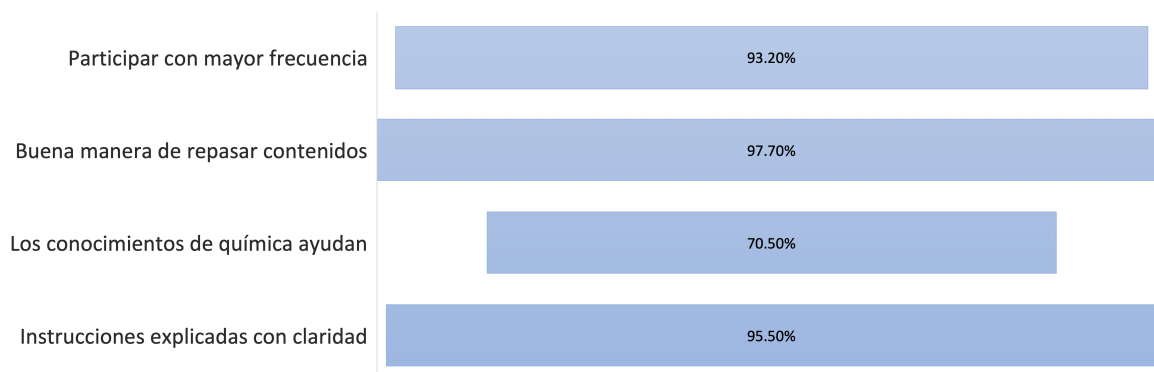


Figura 8. Deseos de participación en este tipo de actividades y valoración de la actividad por parte de los encuestados.

La Figura 9 muestra los resultados de la sexta y séptima preguntas. La sexta pregunta de esta sección se planteó como una pregunta dicotómica, ¿Has aprendido algo con esta actividad?, un 97.7% de los participantes respondió que sí aprendió algo. Respecto a la séptima pregunta abierta, ¿Qué has aprendido?, las respuestas se agruparon en tres categorías: 1) sobre contenidos de química, 2) del trabajo de equipo y 3) de Marie Curie.

En la primera categoría, la de mayor porcentaje, 44.2%, se obtuvieron respuestas como las del siguiente ejemplo: - «he aprendido un poco sobre los materiales conductores, ejemplo el grafito no tenía idea que era un material que podía conducir electricidad», - «Que existen elementos que se nombran por los continentes». En relación con la segunda categoría, más de un cuarto de los participantes, 30.2%, consideraron haber aprendido algo sobre el trabajo de equipo, y brindaron respuestas como: - «En trabajar en equipo y en la

comunicación», - «El trabajo colaborativo es clave para avanzar». Por último, en la tercera categoría, poco más de un cuarto, 25.6%, consideró que aprendió sobre Marie Curie y brindó respuestas como: - «Marie Curie estudió en Francia y ganó dos premios Nobel, entre otros datos», - «Quien descubrió el polonio y radio y Que se utiliza en los rayos x», - «Un poco de la vida de Marie Curie».

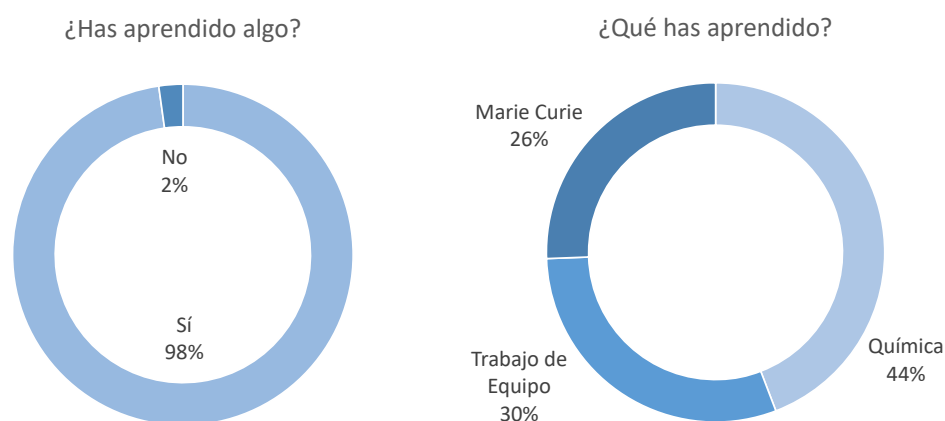


Figura 9. Aprendizaje adquirido según los participantes en el Marie Curie Lab STEAM Room.

La octava pregunta midió la valoración de los participantes en relación con los materiales y recursos, y la novena pregunta valora la experiencia general de los participantes en la actividad; en ambas preguntas se utilizó una escala Likert de cinco puntos, donde 1) Muy baja y 5) Muy alta; a lo que el 97.7%, consideró muy alta la valoración general de su experiencia en la actividad y el 93.2% otorgó una valoración muy alta a los materiales y recursos utilizados.

Trabajo en Equipo

En la cuarta sección del cuestionario se preguntó a los participantes acerca de su experiencia de trabajo en equipo, para ello se plantearon tres preguntas dicotómicas. La primera, ¿Crees que tu equipo ha trabajado en equipo?, el 100% de los participantes contestó afirmativamente. La segunda pregunta, ¿Cómo crees que ha trabajado tu equipo?, 95% de los participantes consideró que su equipo había trabajado Conjuntamente para sumar fuerzas y multiplicar el rendimiento, solo 5% señaló que trabajó Individualmente para ir más rápido. De acuerdo con la tercera pregunta, ¿Cómo han llegado a las respuestas?, el 73% de los participantes indicó que lo hicieron luego de un proceso de reflexión, mientras que el 27% lo realizó por prueba y error (Figura 10).

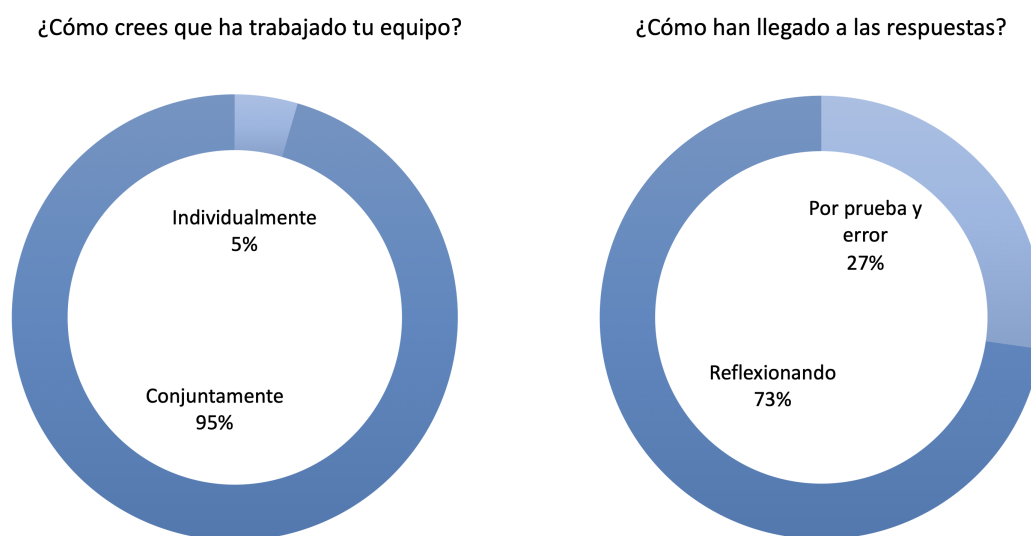


Figura 10. Trabajo en equipo y colaboración.

Oportunidades de mejora

La quinta sección del cuestionario contempló dos preguntas abiertas. A la pregunta, ¿Qué es lo que más te ha gustado del juego?, el 26.2% describió que fue el trabajo en equipo y la creatividad, para lo cual expresaron: - «El trabajo en equipo y la manera en que nos apoyamos para ganar», - «Cada acertijo y su creatividad»; casi un cuarto, 23.8% confirmó haber gustado de la experiencia de participar en este tipo de actividades: - «la experiencia en esta actividad porque nunca lo había jugado», - «estuvo muy entretenido y divertido...», - «...la interacción del conocimiento con los juegos»; el reto de las reacciones químicas fue lo que más le gustó al 16.7%, manifestándolo de la siguiente manera: - «El de las mezclas», - «Los líquidos que tuvimos que mezclar», - «El de los químicos.» Finalmente, a la pregunta, ¿Qué es lo que menos te ha gustado o cambiarías del juego?, el 70.5% declaró que todo les gustó o no cambiarían nada.

Posterior a su participación en la experiencia, y para fines de difusión en redes sociales de la Red STEAM UABC, se recogieron las declaraciones de algunos profesores, quienes en entrevista comentaron lo siguiente:

- «La situación de innovación es lo más interesante, el asunto de poder desarrollar creatividad... cómo manejes tu capacidad de trabajar incluso con equipos, o cuestiones relacionadas con la ciencia, la tecnología, el arte...» (Red STEAM UABC, 2021a)
- «...esta experiencia creo que fue de mucho aprendizaje... pones en juego algunos conocimientos y habilidades de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las matemáticas... además de poder manipular cada uno de los materiales... que vas descubriendo que tienes que abrir cajas... como puedes trabajar en equipo... cuando menos lo piensas estas vivenciando este tipo de conocimientos... es muy importante que el Instituto de Ingeniería se atreva a generar y socializar el conocimiento e incentivar vocaciones... trabajar con jóvenes... motivarlos a que sean nuevos investigadores... es totalmente constructivista y desarrolla las multidisciplinas...». (Red STEAM UABC, 2021b)

Discusión

Los equipos que participaron terminaron los retos antes de que el reloj contador de 60 minutos agotara el tiempo. Eventualmente el *gamemaster*, Marie Curie, se vio en la necesidad de alentar o aportar pistas a los jugadores (Rosales et al., 2019; Peleg et al., 2019), con la finalidad de evitar su frustración o incentivarlos, (Avargil, et al., 2021), a diferencia de Adams et al. (2018), ninguna de las pistas otorgadas penalizó con tiempo a los equipos.

Los participantes en el Marie Curie Lab STEAM Room consideraron en su mayoría esta experiencia divertida, un resultado positivo encontrado en estudios similares (Gómez-Urquiza, et al., 2019), así mismo brindaron una valoración muy alta, tanto de la experiencia en general como de los materiales y recursos utilizados.

Más de dos terceras partes de los encuestados manifestaron que experimentan con muy baja o ninguna frecuencia de este tipo de actividades, y la mayoría declaró que le gustaría participar más en ellas. En este sentido, Ortiz-Colón et al. (2018) señalan que los jóvenes actualmente tienen inquietudes no satisfechas por la educación y que los profesores requieren hacer uso de estrategias que aumenten la motivación y el compromiso por aprender. Sin embargo, aplicar las metodologías activas, como la llevada a cabo en esta experiencia, requiere que los docentes se preparen para su diseño y operacionalización, es decir, lleven a cabo un proceso formativo que les permita desarrollar su potencial creativo e innovador (Asunción, 2019). También, los resultados de Iglesias et al. (2018), muestran la necesidad de una formación permanente para los profesores con un enfoque en innovaciones educativas metodológicas.

La totalidad de los participantes consideraron que el *escape room* fue muy creativo. Por otra parte, prácticamente la mitad consideró que el tiempo que se les dio para resolver los retos y duración general de la actividad, fue el adecuado. Prácticamente todos los encuestados, consideraron que las instrucciones del juego eran claras. Aproximadamente la mitad de los participantes encontró que el nivel de desafío fue también adecuado, ya que consideraron que los retos fueron ni muy fáciles ni muy difíciles, sino en nivel adecuado, a lo cual según Piñero (2019), ajustar el nivel de dificultad, no es una labor sencilla, tanto en lo referente a la dinámica del juego, como al contenido académico.

De acuerdo con Gómez-Urquiza et al. (2019), el *escape room* es útil en las actividades de aprendizaje, para recordar contenidos y aplicar el conocimiento; en este sentido, los participantes señalaron que sirve para repasar los contenidos de las unidades de aprendizaje y que sus conocimientos previos de química ayudaron a resolver algunos retos; la mayoría declaró haber aprendido de química, así como del trabajo en equipo y de la vida de Marie Curie.

En relación al número de estudiantes, Cain, (2019), estipula el tamaño de los grupos como un factor que determina el nivel de involucramiento y participación en un *escape room*. En el caso del Marie Curie Lab STEAM Room, se formaron grupos de tres y cuatro estudiantes, lo que resultó ser un trabajo colaborativo que los participantes reconocieron y evaluaron muy bien, ya que consideraron que conjuntamente y mediante un proceso de reflexión habían llegado a las respuestas. Sin embargo, al implementar esta estrategia en grupos escolares numerosos, se sugiere cuidar el número de integrantes por equipo y el número de equipos que pueden trabajar simultáneamente sin detrimento de la calidad en su desempeño y de la experiencia personal, lo que dependerá también del contexto. En este sentido, cabe lo señalado por Watermeier y Salzameda (2019), en relación con que el

número de estudiantes por equipo debe ser tal que permita a todos interactuar y participar de la experiencia *hands-on*.

Conclusión

El presente trabajo muestra los resultados de la implementación del Marie Curie Lab STEAM Room como una experiencia inmersiva de gamificación, habiéndose logrado los objetivos propuestos. Por un lado, acercar a los participantes a la ciencia de una manera lúdica, ya que encontraron esta experiencia divertida, creativa, con un nivel de dificultad y tiempo de solución adecuados, las instrucciones de los retos eran claras y señalaron que les gustaría participar más de este tipo de actividades.

Por otro lado, aporta ideas sobre la implementación de juegos de inmersión en contextos educativos, permite analizar los resultados obtenidos sobre la percepción de los jugadores respecto de la experiencia. En donde se trabajaron contenidos curriculares y habilidades transversales a las disciplinas STEAM, como son la colaboración, la comunicación, la creatividad y el pensamiento crítico.

Cabe destacar, que los encuestados consideraron que es una buena manera de repasar los contenidos escolares. Prácticamente todos declararon que sí aprendieron, en especial de química, del trabajo de equipo y de la vida de Marie Curie. Lo que da cuenta de los resultados de la aplicación de una estrategia formativa basada en una metodología activa de aprendizaje para el aula.

En relación con el trabajo de equipo, los participantes manifestaron que sus grupos habían trabajado en equipo para multiplicar el rendimiento, además de que llegaron a la solución de los retos luego de un proceso de reflexión.

El trabajar en un contexto de interés para los estudiantes, permite un mayor involucramiento en su aprendizaje, lo que se evidencia con que a la mayoría de los participantes les gustó en especial, el trabajo de equipo, la creatividad y la diversión, no cambiaría nada de la experiencia y les gustaría participar con más frecuencia en este tipo de actividades.

Los resultados de la implementación del Marie Curie Lab STEAM Room luego de un periodo de confinamiento de casi dos años debido a la pandemia por COVID-19, fueron muy satisfactorios. Los participantes evaluaron como Muy Alto la experiencia en general, y reconocieron el valor de este tipo de estrategias para el aprendizaje. Así el *escape room* es divertido de jugar y estimula el aprendizaje.

Marie Curie Lab STEAM Room a diferencia de otros *escape room*, se diseñó en torno a una figura femenina de referencia en la investigación química, ganadora de dos Premios Nobel, con la intención de servir de modelo a las jóvenes estudiantes y puedan identificarse con su historia de vida.

Futuras líneas de investigación

A futuro, será importante evaluar la implementación del *escape room* en grupos de educación básica y media superior, K-9 a K-12, en relación con su funcionalidad y alcance, así como para medir el impacto en el aprendizaje y la motivación del estudio de las disciplinas STEAM en los estudiantes de estos niveles educativos.

Referencias

- Adams, V., Burger, S., Crawford, K., y Setter, R. (2018). Can you escape? Creating an Escape Room to Facilitate Active Learning. *Journal for Nurses in Professional Development*, 34(2), E1-E5. <https://doi.org/10.1097/NND.0000000000000433>
- Allan, A. (2018). Basic Puzzles. *Escape the Classroom*. Education in Chemistry. Royal Society of Chemistry. <https://edu.rsc.org/ideas/escape-the-classroom-basic-puzzles/3009832.article>
- Anderson M., Lioce, L., Robertson, J.M., Lopreiato, J.O., y Díaz, D.A. (2021). Toward defining healthcare simulation escape rooms. *Simulation Gaming*, 52(1), 7-17. 104687812095874. <https://doi.org/10.1177/1046878120958745>
- Asunción, S. (2019). Metodologías Activas: Herramientas para el empoderamiento docente. *Revista Tecnológica Educativa. Docentes 2.0*, 7(1), 65-80. <https://doi.org/10.37843/rted.v7i1.27>
- Avargil, S., Shwartz, G., y Zemel, Y. (2021). Educational Escape Room: Break Dalton's Code and Escape!. *Journal of Chemical Education*, 98(7), 2313-2322.
- Cain, J. (2019). Exploratory implementation of a blended format escape room in a large enrollment pharmacy management class. *Currents in Pharmacy Teaching and Learning* 11 (2019) 44–50. <https://doi.org/10.1016/j.cptl.2018.09.010>
- Casler, K. (2022). Escape Passive Learning: 10 steps to Building an Escape Room. *The Journal for Nurse Practitioners*, 18(5), 569-574. <https://doi.org/10.1016/j.nurpra.2022.01.020>
- Cruz, M. (2019). 'Escapando de la clase tradicional': the escape rooms methodology within the spanish as foreign language classroom. *Revista Lusófona de Educação*, 46, 117-137. <https://doi.org/10.24140/issn.1645-7250.rle46.08>
- Dietrich, N. (2018). Escape Classroom: The Leblanc Process -An Educational "Escape game". *Journal of Chemical Education* 95(6), 996-999. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.7b00690>
- Duarte, M. C. (2020). Didáctica disruptiva STEM: Cambiando el Paradigma de la Docencia Tradicional a la Docencia Coaching. *Revista Fidelitas*, 1(2), 7-7. https://doi.org/10.46450/revista_fidelitas.v1i2.24
- Ferreiro-Gonzalez, M., Amores-Arrocha, A., Espada-Bellido, E., Aliaño-González, J., Vázquez-Espinoza, M., González-de-Peredo, A., Sancho-Galán, P., Álvarez-Saura, J., Barbero, G., y Cejudo-Bastante, C. (2019). Escape Classroom: Can You Solve a Crime Using the Analytical Process? *Journal of Chemical Education*, 96(2), 267–273. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00601>
- Freeman, S., Eddy, S., McDonough, M., Smith, M., Okoroafor, N., Jordt, H., y Wenderoth, M. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <http://www.pnas.org/content/111/23/8410>
- Fuentes-Hurtado, M., y González-Martínez, J. (2019). Qué gana STEM con la gamificación. *Academia Y Virtualidad*, 12(2), 79-94. <https://doi.org/10.18359/ravi.3694>

- García-Tudela, P., Gozález-Catalayud, V., y Serrano-Sánchez, J. L. (2020). La habitación de escape como estrategia en la resolución de problemas. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 18(2), 97-114. <https://doi.org/10.4995/redu.2020.13573>
- García, L. I. (2019). Escape Room como propuesta de gamificación en educación. *Revista Educativa HEKADEMOS*, (27), 71-79. <https://hekademos.com/index.php/hekademos/article/view/17>
- Gómez-Urquiza, J., Gómez-Salgado, J., Albendín-García, L., Correa-Rodríguez, M., González-Jiménez, E., y Cañadas-De la Fuente, G. (2019). The impact on nursing students' opinions and motivation of using a "Nursing Escape Room" as a teaching game: A descriptive study. *Nurse Education Today*, 72, 73-76. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2018.10.018>.
- Iglesias, M., Lozano, I., y Roldán, I. (2018). La calidad e Innovación educativa en la formación continua docente: un estudio cualitativo en dos centros educativos. *Revista Iberoamericana de Educación*, 77(1), p. 13-34. DOI: 10.35362/rie7713090.
- Instituto Mexicano para la Competitividad. (2022, feb 22). *En México solo 3 de cada 10 profesionistas STEM son mujeres*. <https://imco.org.mx/en-mexico-solo-3-de-cada-10-profesionistas-stem-son-mujeres/>
- Lincoln, J. (2019). The Energy Stick. *The Physics Teacher*, 57(9), 652-653. <https://doi.org/10.1119/1.5135806>
- Lozano, O., y Sánchez, A. (2021). Diseño aplicación y resultado de una estrategia de ludificación como actividad de cierre en las clases de química. *Educación Química* 32(4). <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.5.78989>
- Milgram, D. (2011). How to recruit women and girls to the science, technology, engineering, and math (STEM) classroom. *Technology and Engineering Teacher*, 71(3), 4-11. <https://www.iteea.org/File.aspx?id=137394&v=340d4cae>
- National Research Council. (2012). *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*; Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13398>.
- Navarro-Mateos, C., y Pérez-López, I.J. (2021). Escape room: una llave para llegar a la motivación del alumnado. En REDINE (Coord.), *Medios digitales y metodologías docentes: Mejorar la educación desde un abordaje integral*. (pp. 104-112). Madrid, España: Adaya Press. https://www.researchgate.net/publication/356587362_Escape_room_una_llave_para_llegar_a_la_motivacion_del_alumnado
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2019). *Descifrar el código: la educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366649>
- Ortiz-Colón, A-M., Jordán, J., y Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educ. Pesqui.* 44. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634201844173773>.
- Osorio, R., y Castro, D. (2021). Aproximaciones a una metodología mixta. *NovaRUA*, 13(22), 65-84. DOI: <http://dx.doi.org/10.20983/novarua.2021.22.4>

- Peleg, R., Yayon, M., Katchevich, D., Moria-Shipony, M., y Blonder, R. (2019). A Lab Based Chemical Escape Room: Educational, Mobile, and Fun! *Journal of Chemical Education*, 96(5), p. 955-960. DOI: 10.1021/acs.jchemed.8b00406
- Piñero, J. C. (2019). Análisis sistemático del uso de salas de escape educativas. Estado del arte y perspectivas de futuro. *Revista ESPACIOS*, 40(44). <https://www.revistaespacios.com/a19v40n44/a19v40n44p09.pdf>
- Porter, C., y Serra, D. (2020). Gender Differences in the Choice of Major: The Importance of Female Role Models. *American Economic Journal: Applied Economics*, 12(3): 226-54. DOI: 10.1257/app.20180426
- Red STEAM UABC. (2021a, 17 de feb.). Experiencia Escape Room STEAM. [Video]. Facebook. <https://fb.watch/hAR1riwMdx/>
- Red STEAM UABC. (2021b, 17 de feb.). Experiencias en el escape room. [Video]. Facebook. <https://fb.watch/hAR9gfdT2u/>
- Rosales, P., Beltrán, F., Ruiz, M., Díaz, V., y Ramírez, J. (2019). Desarrollo y aplicación de un escape room sobre la tabla periódica. *V Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2019)*, Madrid, España. DOI:10.26754/CINAIC.2019.0103
- 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), 2205. DOI: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2205
- Watermeier, D., y Salzameda, B. (2019). Escaping Boredom in First Semester General Chemistry. *Journal of Chemical Education* 96(5), 961-964. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.8b00831>
- World Economic Forum, WEF. (2022). *Global Gender Gap Report*. WEF. https://www3.weforum.org/docs/WEF_GGGR_2022.pdf
- Yayon, M., Rap, S., Adler, V., Haimovich, I., Levy, H., y Blonder, R. (2019). Do-It-Yourself: Creating and Implementing a Periodic Table of the Elements Chemical Escape Room. *Journal of Chemical Education*, 97(1), 132-136. DOI: 10.1021/acs.jchemed.9b00660