

Estrategias de pistas en escape rooms educativos: un enfoque de minería de procesos

Hint strategies in educational escape rooms: a process mining approach

<https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2024-405-626>

Alexandra Santamaría Urbieto

<https://orcid.org/0000-0003-0935-0616>

Universidad Internacional de La Rioja

Sonsoles López-Pernas

<https://orcid.org/0000-0002-9621-1392>

University of Eastern Finland

Resumen

Los escape rooms educativos se han convertido en una herramienta útil para los profesores que quieren implicar a sus alumnos y atraer su atención hacia los contenidos impartidos. Además, se ha descubierto que son valiosas para mejorar los resultados, las percepciones y el compromiso de los alumnos en la enseñanza superior. Aunque se ha prestado mucha atención a las opiniones de los estudiantes acerca de estas metodologías educativas, no se ha atendido a la importancia del proceso de diseño, y se ha investigado poco sobre la eficacia de las estrategias de pistas que se deben diseñar para optimizar las experiencias de los participantes y los resultados de aprendizaje. En este estudio, y a través de un enfoque de minería de procesos, se determinaron las estrategias de pistas de cuatro escape rooms educativos en línea implementados a nivel universitario. Los juegos se diseñaron con el software Escapp que permite a los investigadores recopilar los datos de registro de las pistas de los estudiantes durante el juego. Con estos datos, calculamos estadísticas descriptivas para cada escape room, investigamos la relación entre las pistas y el desempeño en el escape room y, para tener en cuenta el aspecto temporal de las acciones de los estudiantes,

empleamos la técnica de minería de procesos con el objetivo de investigar las transiciones entre acciones y el papel de las pistas a la hora de ayudar a los estudiantes a resolver los desafíos. Los resultados muestran que, en general, el uso de pistas fue escaso y que los participantes confiaron más en sus propias habilidades para resolver problemas. Sin embargo, hubo casos en los que se solicitaron pistas y esto se relacionó con una mayor duración del juego y un mayor número de intentos fallidos. En conclusión, el presente estudio aborda una laguna en la bibliografía existente que pone de relieve, tras nuestro análisis, la necesidad de considerar cuidadosamente el diseño de las pistas y las estrategias de diseño del juego.

Palabras clave: escape rooms educativos, pistas, aprendizaje basado en juegos, analíticas de aprendizaje, minería de procesos.

Abstract

Educational escape rooms have become a useful tool for teachers who want to engage their students and attract their attention to the content taught. Also, they have been found to be valuable in improving learner outcomes, perceptions, and engagement in higher education. Although much attention has been placed on students' opinions when playing educational escape rooms, not much attention has been placed on the importance of the design process, and little research has investigated the effectiveness of hint strategies in optimizing participant experiences and learning outcomes. In this study, and through a process mining approach, the hints strategies of four online educational escape rooms at the university level are determined. The games were designed with the software Escapp, which allows researchers to collect students' trace log data during the escape rooms. With this data, we calculated descriptive statistics for each escape room, studied the relationship between hints and performance, and to take into account the temporal aspect of students' actions, we employed process mining to investigate the transitions between actions and the role of hints in helping students solve the puzzles. Results show that the use of hints was generally low and that participants relied more on their own problem-solving skills. However, there were instances in which hints were requested and correlated with longer gameplay duration and a higher number of failed attempts. In conclusion, the present study addresses a gap in the existing literature which highlights, after our analysis, the need for careful consideration of hint design and delivery strategies.

Keywords: educational escape rooms, hints, game-based learning, learning analytics, process mining.

Introducción

Los enfoques basados en juegos en educación están lejos de ser una moda pasajera. En realidad, representan una secuela que ha sido replicada en diferentes formatos, en varios niveles de educación, asignaturas y agrupaciones. Desde la educación STEM (Wang et al., 2022), pasando por la educación farmacéutica (Abdul Rahim et al., 2022) o la enfermería (Chang et al., 2021) hasta la educación sexual (von Kotzebue et al., 2022) y la actualización profesional (Tay et al., 2022). Una actividad basada en juegos que ha ganado popularidad es el uso de escape rooms educativos, los cuales han experimentado una evolución en diferentes niveles, no solo desde el punto de vista de su diseño e implementación, sino también desde la perspectiva de la investigación. Lo que comenzó con cuestionarios que examinaban las percepciones de los estudiantes (Adams et al., 2018) después de la implementación de un escape room en el aula usando análisis cualitativos, ahora ha evolucionado para incorporar análisis cuantitativos más complejos (López-Pernas et al., 2019a, 2022). Los académicos utilizan estos en un intento por examinar la efectividad de los escape rooms educativos en el aprendizaje (López-Pernas et al., 2019a) con el uso de técnicas de investigación más complejas como las de secuencia y minería de procesos (Vartiainen et al., 2022), o la combinación de pre-test, post-test y analíticas de aprendizaje (López-Pernas et al., 2022). Numerosos estudios se han adentrado en la eficacia de los escape rooms educativos como herramienta para impartir conocimiento a los estudiantes. Sin embargo, ha habido una investigación insuficiente sobre las acciones, decisiones e interacciones de los estudiantes con el juego, lo que, según estos autores, exige enfoques metodológicos más complejos para rastrear los patrones seguidos por los jugadores a lo largo del juego (Vartiainen et al., 2022).

Una de las principales decisiones que los estudiantes deben tomar al participar en escape rooms educativos es si pedir ayuda o no, lo que a menudo se hace solicitando pistas. La estrategia de pistas es fundamental en los escape rooms educativos, ya que es común que un equipo de estudiantes se quede atascado al intentar resolver un reto (Gordillo et al., 2020). Por lo tanto, los diseñadores de juegos deberían proporcionar asistencia o guía a los jugadores a lo largo del mismo. Al examinar cuándo y cómo los jugadores piden pistas, podemos comprender mejor cómo estas influyen en su rendimiento en la actividad. Así, el objetivo principal

de nuestra investigación es salvar la brecha de conocimiento existente respecto a la eficacia de las pistas durante el juego. Pretendemos investigar varios aspectos como, por ejemplo, si los estudiantes que utilizan más pistas experimentan un mayor nivel de éxito y si las pistas realmente ayudan a los estudiantes a tener éxito en el escape room educativo. Nuestra investigación tiene como objetivo llenar un vacío en el estudio de los juegos proporcionando información detallada sobre la importancia de las pistas. Creemos firmemente que analizar estas estrategias puede ayudar a los desarrolladores de juegos a crear mejores escape rooms educativos. Además, el presente estudio también puede mostrar cómo las técnicas de minería de procesos pueden ser efectivas y contribuir a una investigación más compleja en el campo de los escape rooms educativos.

Basándonos en la información recopilada hasta el momento, el presente estudio tiene como objetivo analizar la estrategia de pistas empleada por 318 estudiantes de una universidad en línea al jugar individualmente cuatro diferentes escape rooms educativos digitales (de cuatro programas de estudio diferentes), y su relación con el rendimiento. Para hacerlo, adoptamos un enfoque descriptivo a través de la metodología de minería de procesos, lo que nos permitirá examinar los registros de datos de juego recopilados en la plataforma web de código abierto Escapp (López-Pernas et al., 2021) durante los escape rooms para facilitar una mejor comprensión de la estrategia de pistas de los estudiantes. Las Preguntas de Investigación (PI) de este estudio serán las siguientes:

- PI1: ¿En qué medida hacen los estudiantes uso de pistas durante los escape rooms educativos?
- PI2: ¿Cuál es la relación entre el uso de pistas y el rendimiento académico en los escape rooms educativos?
- PI3: ¿Qué papel desempeñan las pistas en el proceso de resolución de los retos durante los escape rooms educativos?

Marco teórico

Panorámica de los escape rooms educativos

Según Spira (2017), no está claro dónde se originaron los escape rooms, pero la primera referencia documentada de estos data del año 2007

en Japón (Sánchez-Martín et al., 2020). Con anterioridad, la idea de los escape rooms tomó forma en videojuegos y se presentó en programas de televisión del Reino Unido como *The Adventure Game* y *The Crystal Maze*. Con el tiempo, han ido experimentando varios cambios. Inicialmente, eran solo videojuegos y actividades recreativas donde los participantes tenían que escapar de una habitación, pero desde hace algún tiempo, también se han utilizado en entornos educativos para enseñar o repasar contenido utilizando métodos similares a los juegos. Los escape rooms educativos se han transformado a lo largo de los años y se han convertido en formas de recreación que “han captado la atención de los educadores debido a su capacidad para fomentar el trabajo en equipo, liderazgo, pensamiento creativo y comunicación de una manera que es atractiva para los estudiantes” (López-Pernas et al., 2019b, p. 31723). Los escape rooms han proliferado (Veldkamp et al., 2020b) en entornos educativos (tanto físicos, virtuales como híbridos) y se ha llegado a concluir que son valiosos para mejorar los resultados de aprendizaje, así como las percepciones y compromiso de los alumnos, también en educación superior (Morrell & Eukel, 2020; Morrell & Ball, 2020). Además, las misiones incluidas en ellos también han evolucionado desde simplemente escapar de una habitación (Veldkamp et al., 2020a; Santamaría Urbieto & Alcalde Peñalver, 2019) dentro de un límite de tiempo dado a incluir misterios de asesinatos o ayudar a crear una cura (López-Pernas et al., 2019b).

La estrategia de pistas: ¿cómo es de importante?

Como se mencionó anteriormente, las pistas en el escape room educativo están destinadas a dar a los jugadores un pequeño empujón o una pista que pueda ayudarles a resolver un reto o puzle en particular (Clarke et al., 2017). En todo momento se debe mantener el nivel adecuado de equilibrio dentro del juego, esto es, ni demasiado fácil, ni demasiado complicado. Las pistas están ahí para ayudar a los jugadores a aprender y mejorar sus habilidades de resolución de problemas guiándolos, en lugar de proporcionar las respuestas directamente. Además, las pistas también pueden evitar que los estudiantes se sientan frustrados mientras juegan. En 2015, Nicholson describió los diferentes métodos que utilizan las instalaciones de escape rooms para proporcionar pistas. Después de su estudio de 175 instalaciones de escape rooms de todo el mundo,

determinó que la estrategia más común era ofrecer pistas a medida que los jugadores las solicitan (42 %), y el segundo método más popular era permitir a los jugadores solicitar un número determinado de pistas con una penalización de tiempo si lo hacían (23 %).

Una estrategia común de pistas implica proporcionar pistas graduales, es decir, los estudiantes solicitan una primera pista, que debe ser vaga o sutil, la siguiente pista incluye una guía más específica y, finalmente, las pistas posteriores se vuelven continuamente más explícitas, proporcionando instrucciones más claras y directas. Otra estrategia común es el sistema de múltiples niveles que ofrece, por ejemplo, tres niveles de asistencia: pistas leves, pistas moderadas y pistas directas. Los jugadores serían los que eligen el nivel de la pista que requieren, lo que equilibra la búsqueda de orientación y el mantenimiento de un sentido de logro.

El escenario para el cual se diseñó el escape room educativo también determina la estrategia de pistas que empleará el *gamemaster* (también conocido en este ámbito como el profesor), ya que no es lo mismo dar pistas a los estudiantes en un aula presencial, en la que pueden dar pistas directas a medida que los estudiantes se atasquen durante el juego (López-Pernas et al., 2021), que cuando el escape room educativo ha sido diseñado para un entorno en línea, donde la estrategia de pistas puede determinar en gran medida si los estudiantes continuarán y “escaparán de la habitación”, o simplemente saldrán de la habitación después de sentirse frustrados. En ambos escenarios, proporcionar pistas manualmente “puede volverse abrumador o incluso imposible si la relación estudiante-profesor es alta” (p. 38063); lo mismo ocurre cuando el escape room educativo ha sido diseñado para jugarse de manera asíncrona, es decir, sin la asistencia directa del *gamemaster*.

Para crear un sistema de pistas personalizado para escenarios tanto presenciales como virtuales, la plataforma web Escapp (López-Pernas et al., 2021) simplifica el proceso. Esta ha sido la herramienta digital donde los cuatro profesores del presente estudio han alojado sus escape rooms educativos. Esta herramienta permite a los docentes decidir si los estudiantes pueden solicitar pistas durante el escape room y si pueden recibir pistas gratis o completando exitosamente un cuestionario. Además, Escapp permite a los profesores establecer un intervalo mínimo entre pistas para evitar que los estudiantes soliciten ayuda con demasiada frecuencia. La estrategia de pistas utilizada, ya sea gradual o de múltiples niveles, queda a discreción del profesor.

Minería de procesos y su aplicación en educación

La minería de procesos educativa (MPE) es un campo emergente en analíticas de aprendizaje y minería de datos educativos (Bogarín et al., 2018; Ghazal et al., 2017; Sweta, 2021), que se refiere al examen e identificación de patrones y movimientos en los registros de eventos producidos por entornos educativos (Romero et al., 2016). Se originó en el sector empresarial (van der Aalst et al., 2012) y se ha aplicado con éxito en entornos educativos (Pechenizkiy et al., 2009) debido a su capacidad para producir “representaciones visuales claras de todo el proceso” (p. 280). Se han analizado varios trabajos que han empleado los métodos de minería de procesos en el contexto de juegos educativos, ya que permiten a los investigadores tener en cuenta el papel clave de la temporalidad en los mismos —como en cualquier actividad de aprendizaje. Por ejemplo, Caballero-Hernández et al. (2023) utilizaron la minería de procesos para la evaluación de habilidades según las acciones de los estudiantes en un juego educativo sobre bases de datos. Varios trabajos de Gómez et al. (2021a, 2021b) utilizaron minería de procesos y de secuencias para investigar las secuencias de acciones y errores de los estudiantes en un juego de geometría. Por último, Schaedler Uhlmann et al. (2018) aplicaron la minería de procesos a las interacciones de los jugadores para analizar la toma de decisiones en juegos educativos a distancia.

Cabe destacar que una mayor investigación en esta área sin duda contribuiría a una mejor comprensión de cómo los estudiantes aprenden e interactúan con los juegos educativos, lo que lleva al desarrollo de herramientas y estrategias educativas más efectivas. En nuestro estudio, aprovechamos el “Modelado de Experiencia del Jugador” (PEM, del inglés *Player Experience Modeling*) como base para recopilar y analizar datos sobre comportamientos e interacciones de los jugadores dentro de los juegos. Según lo definido por Nikitin (2020), PEM abarca un enfoque integral para comprender las experiencias multifacéticas de los jugadores empleando tres grupos metodológicos distintos: (1) subjetivo, (2) objetivo y (3) basado en el juego. Cada método sirve para capturar diferentes aspectos de la experiencia del jugador, vital para nuestra investigación sobre las estrategias de pistas en los escape rooms educativos. En primer lugar, el método subjetivo permite capturar las impresiones personales y la retroalimentación de los jugadores, proporcionando información sobre los niveles de dificultad percibidos y de compromiso de las pistas. Este método

es instrumental para entender el impacto emocional y cognitivo de las pistas en los jugadores, lo cual es crucial para evaluar su efectividad en contextos educativos. En segundo lugar, el método objetivo, que utiliza parámetros fisiológicos como la frecuencia cardíaca y el seguimiento ocular, ofrece una ventana a las respuestas inconscientes de los jugadores a las pistas del juego. Estos datos ayudan a identificar momentos de estrés elevado o confusión, indicando áreas potenciales donde el sistema de pistas puede necesitar ajustes para apoyar mejor los resultados de aprendizaje. Por último, el método basado en el juego se centra en analizar interacciones con objetos del juego y el entorno del juego. Al emplear técnicas de minería de procesos, como sugiere Nikitin (2020), podemos examinar sistemáticamente cómo los jugadores navegan por las estrategias de pistas dentro del juego, revelando patrones y estrategias que contribuyen al aprendizaje efectivo. Juntos, estos métodos proporcionan una visión holística de la experiencia del jugador, permitiéndonos adaptar y optimizar la estrategia de pistas en los escape rooms educativos. La integración de datos subjetivos, objetivos y basados en el juego asegura un análisis comprensivo de la interacción juego-jugador, lo que afecta directamente al diseño e implementación de herramientas educativas más efectivas.

Metodología

Contexto y participantes

El contexto en el cual los escape rooms examinados en este estudio fueron diseñados y puestos en práctica con los estudiantes fue dentro de un Proyecto de Innovación Educativa en la Universidad Internacional de La Rioja (UNIR). En este proyecto, cuatro profesores fueron seleccionados para probar la plataforma Escapp (López-Pernas et al., 2021) durante los años 2022/2023, no solo como diseñadores de los escape rooms sino también como probadores del software. Los profesores fueron elegidos por su experiencia previa diseñando escape rooms, aunque no habían usado Escapp antes, y porque cubrían una amplia gama de disciplinas que iban desde las humanidades, ciencias sociales, hasta las asignaturas de ciencias. A través de un taller de formación inicial en el que el coordinador del proyecto describió cómo funcionaba Escapp y cómo podrían diseñar sus escape rooms con este software, los profesores tuvieron que pensar en la narrativa

de sus juegos de escape educativos, las misiones y desafíos que querían incorporar, y cómo y cuándo iban a lanzar sus juegos con sus estudiantes.

Después de un proceso de tutoría contemplado en el proyecto y que permitió a los profesores consultar al coordinador cualquier posible pregunta y duda sobre el proceso de diseño y ejecución, los cuatro profesores pudieron lanzar sus juegos de escape exitosamente de manera asíncrona y sincrónica entre sus estudiantes en el curso académico 2022/2023. Como ya hemos mencionado, había cuatro profesores; dos de ellos enseñaban a nivel de Grado, y los otros dos a nivel de Máster. La tabla a continuación resume las asignaturas de los escape rooms educativos, temas, números de misiones, modalidad del juego y pistas creadas por cada profesor. Es importante tener en cuenta que a los profesores no se les dieron instrucciones sobre cómo diseñar la estrategia de pistas para cada juego.

Recogida de datos

Los datos registrados acerca de las acciones llevadas a cabo por los estudiantes durante los escape rooms se descargaron de la plataforma Escapp para cada uno de los cuatro escape rooms. Los datos contemplan todas las acciones relevantes que los jugadores realizan dentro de la plataforma Escapp durante la actividad. Cada registro contiene un identificador para el jugador, una marca de tiempo, un identificador del reto actual en el que el jugador está trabajando y el nombre de la acción. A continuación se muestran las acciones registradas:

- **Resolver reto:** El jugador proporciona la solución correcta a un reto.
- **Fallar reto:** El jugador proporciona una solución incorrecta a un reto.
- **Obtener pista:** El jugador solicita una pista (extraída de un conjunto preestablecido de pistas creadas por el profesor).

Análisis de datos

Para realizar este análisis se recurrió al lenguaje de programación R. Como primer paso de nuestro análisis, utilizamos el paquete *psych* de R para calcular estadísticas descriptivas para cada escape room, incluyendo

TABLA I. Contexto y diseño de los escape rooms educativos

Asignatura	Nivel	Estudio	Tema	Modalidad	Retos	Pistas	Participantes
Español	Grado	Traducción e Interpretación	Los estudiantes necesitan encontrar una posición para ayudar al personaje principal a encontrar un novio que no cometa muchos errores al escribir en español	Síncrono & asíncrono	8	2 pistas por reto	30
Consumidores y su comportamiento	Master	Neuromarketing	Los estudiantes tenían que prepararse para una futura oferta de trabajo.	Síncrono	10	2 pistas por reto	14
Física	Grado	Física	Abstracto (Sin narrativa)	Asíncrono	11	1 pista por reto	65
Aprendizaje y desarrollo de la personalidad	Master	Formación del profesorado	Un profesor que trabaja en una escuela por primera vez está atrapado dentro de una escuela y no podrá escapar hasta que pueda resolver una serie de problemas relacionados con la escuela, con los estudiantes, con los padres y con otros compañeros de trabajo.	Asíncrono	5	1 pista por reto	209

Fuente: Elaboración propia.

el número total de estudiantes que participaron en el escape room y cuántos completaron el escape room con éxito (esto es, resolvieron todos los retos). También calculamos la duración media para completar cada reto por jugador, el número medio de intentos fallidos y las pistas medias por reto y jugador (PI1).

Para dar respuesta a la PI, utilizamos los paquetes *rstatix* y *stats* de R para llevar a cabo una serie de pruebas estadísticas que tenían como objetivo investigar la relación entre el número de pistas solicitadas y el rendimiento de los estudiantes en el escape room (si lo completaron y cuánto tiempo tardaron). Primero realizamos un test de Wilcoxon que permitió comparar el número de pistas entre aquellos que completaron el escape room y aquellos que no. Luego, calculamos la correlación de Spearman entre el número de pistas solicitadas y la duración del juego (para aquellos que completaron el escape room), así como entre el número de pistas solicitadas y el número de intentos fallidos para resolver cada reto. Usamos el coeficiente de correlación (r) como medida del tamaño del efecto. Según las pautas de Cohen (1988), el tamaño del efecto es pequeño cuando r está entre 0,1 y 0,3; medio cuando r está entre 0,3 y 0,5; y grande cuando r es mayor o igual a 0,5.

Para abordar nuestra última PI (PI3), tuvimos en cuenta el aspecto temporal de las acciones de los estudiantes —ya que el tiempo es un aspecto clave de los escape rooms—, utilizando la minería de procesos para investigar las transiciones entre acciones y el papel de las pistas para ayudar a los estudiantes a resolver los retos. Nos basamos en el paquete R *bupaverse* (Janssenswillen et al., 2019) para crear un mapa de proceso de las acciones de los estudiantes en cada escape room y para calcular las tasas de transición.

Resultados

PI1: ¿En qué medida hacen los estudiantes uso de pistas durante los escape rooms educativos?

La Tabla II muestra las estadísticas descriptivas de los cuatro escape rooms. La tasa de éxito de los escape rooms (número de participantes que completaron la actividad sobre el número total de participantes) varía enormemente, oscilando entre el 23,3 % y el 100 %. El tiempo medio

TABLA II. Estadísticas descriptivas de los cuatro escape rooms. N = Número de estudiantes que completaron el escape room / número de participantes (tasa de éxito). Duración = Tiempo que se ha necesitado para resolver cada reto (media y desviación estándar). Intentos fallidos = Número de intentos fallidos para resolver cada reto (media y desviación estándar). Pistas = Número de pistas obtenidas (media y desviación estándar)

Escape room	N	Duración del reto (min.)	Intentos fallidos	Pistas
Español	7/30 (23,3 %)	M = 8,59 (DE = 7,56)	M = 4,70 (DE = 13,79)	M = 0,24 (DE = 0,54)
Marketing	14/14 (100 %)	M = 7,73 (DE = 15,12)	M = 2,77 (DE = 7,04)	M = 0,23 (DE = 0,61)
Física	58/65 (89,2 %)	M = 1,30 (DE = 1,77)	M = 0,58 (DE = 1,21)	M = 0,02 (DE = 0,13)
Formación del profesorado	92/209 (44 %)	M = 7,26 (DE = 6,85)	M = 5,13 (DE = 9,39)	M = 0,40 (DE = 0,57)

Fuente: Elaboración propia.

para resolver los retos de los escape rooms ronda los 7-8 min., excepto para el escape room de la asignatura de Física, en el cual el promedio es notablemente bajo (1,30 min.). El número promedio de soluciones incorrectas proporcionadas para los retos varió desde muy bajo (0,58) hasta bastante alto (4,70), lo que puede indicar un comportamiento de prueba y error. El número de pistas solicitadas fue muy bajo, con menos de una pista en promedio por reto.

PI2: ¿Cuál es la relación entre el uso de pistas y el rendimiento académico en los escape rooms educativos?

La Tabla III muestra los resultados de las pruebas estadísticas realizadas para evaluar la relación entre las pistas y el rendimiento en los escape rooms. En primer lugar, el test de Wilcoxon mostró que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre el número de pistas recibidas por aquellos que completaron el escape room y aquellos que no, excepto para el escape room de la asignatura de Formación del Profesorado, en el cual hubo una pequeña pero significativa diferencia, donde aquellos que completaron el escape room necesitaron de media

TABLA III. Relación entre pistas y rendimiento: (I. Pistas vs. Escape rooms completados) Test de Wilcoxon comparando el número de pistas entre aquellos que completaron el escape room y aquellos que no (II. Pistas vs. duración) Correlación de Spearman entre pistas solicitadas y duración del juego (para aquellos que completaron el escape room) y (III. Pistas vs. intentos fallidos) Correlación de Spearman entre pistas solicitadas e intentos fallidos para resolver retos

	Pistas vs. escape rooms completados		Pistas vs. duración		Pistas vs. intentos fallidos	
	r	Valor p	r	Valor p	r	Valor p
Español	-0,12	0,54	0,45	0,31	0,60	0,00*
Marketing †	-	-	0,05	0,87	0,57	0,03*
Física	-0,09	0,48	0,37	0,00*	0,42	0,00*
Formación del profesorado	0,20	0,00*	0,27	0,01*	0,67	0,00*

† Nota: Dado que todos los participantes completaron el escape room de la asignatura de Marketing, no es posible realizar una comparación.

Fuente: Elaboración propia.

más pistas. Para aquellos que completaron el escape room, hubo una correlación pequeña aunque significativa entre el número de pistas y el tiempo que necesitaron para completar la actividad en dos de los escape rooms (Física y Formación del Profesorado). Por último, hubo una correlación entre moderada y grande, y estadísticamente significativa, entre el número de pistas solicitadas y el número de intentos fallidos para resolver los retos del escape room.

PI3: ¿Qué papel desempeñan las pistas en el proceso de resolución de los retos durante los escape rooms educativos?

Los mapas de procesos ofrecen una imagen más clara de la temporalidad y la interacción de los juegos analizados. El nodo “Inicio” indica que un jugador comienza a trabajar en un reto, y el nodo “Fin” que deja de trabajar en un reto, ya sea porque lo ha resuelto correctamente o porque el tiempo se ha agotado. Los nodos restantes representan los tres eventos registrados durante el juego de los estudiantes y están anotados con la proporción del número total de eventos que representan. Una flecha entre el nodo A y el nodo B representa una transición entre el evento

A y el evento B, y está anotada con el porcentaje que esa transición representa de todas las transiciones con origen en el nodo A.

La Figura 1 muestra el mapa de procesos del escape room de la asignatura de lengua española. En casi la mitad de los casos, los estudiantes (49,61 %) logran llegar a la solución correcta de un reto directamente, mientras que el 38,58 % de las veces, los estudiantes comienzan proporcionando una solución incorrecta. Solo el 11,81 % de las veces los estudiantes piden una pista antes de intentar resolver el reto. Los intentos fallidos de reto a menudo se dan uno detrás del otro, ya que un intento fallido conduce a otro el 87,05 % de las veces. Solo el 11,81 % de las veces los estudiantes recurren a pedir una pista después de proporcionar una solución incorrecta al reto. Además, las pistas llevan a alcanzar la solución correcta el 15,15 % de las veces, y una solución incorrecta el 78,79 % de las veces.

El escape room educativo de la asignatura de Marketing presenta un escenario similar al anterior con algunas diferencias importantes. En este escape room, solicitar una pista lleva a proporcionar una solución incorrecta al reto el 36 % de las veces (la mitad que en el escape room anterior). En cambio, los estudiantes piden pistas una detrás de otra (20 %) o descubren la solución correcta del reto de inmediato (28 %).

El escape room de la asignatura de Física parece ser el más directo, donde los estudiantes resuelven los retos en su primer intento el 65,25 %

FIGURA I. Mapa de procesos del escape room educativo de la asignatura de Español

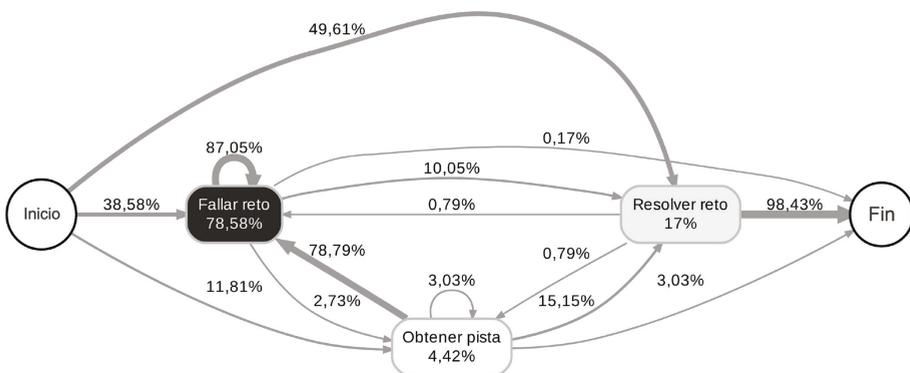


FIGURA II. Mapa de procesos del escape room educativo de la asignatura de Marketing

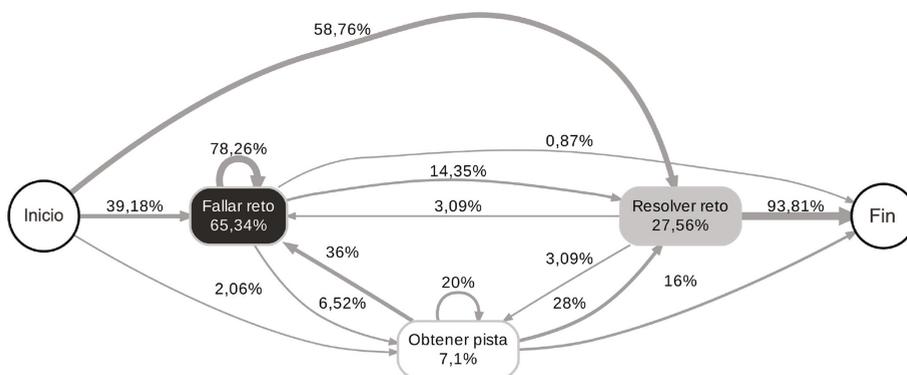
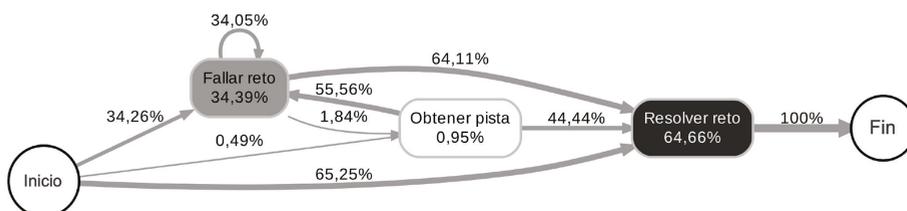


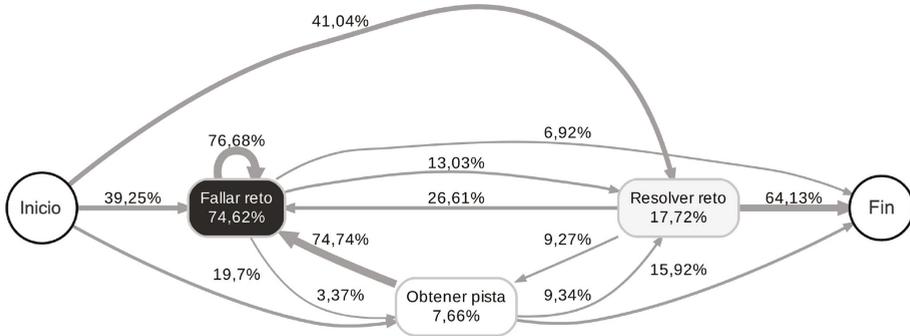
FIGURA III. Mapa de procesos del escape room educativo de la asignatura de Física



de las veces. El papel de las pistas en este escape room es casi inexistente (0,95 % de todos los eventos) y su utilidad no está clara, ya que el 55,56 % de las ocasiones en las que los estudiantes piden una pista, son llevados a una solución incorrecta del reto, mientras que el 44,44 % de las veces son llevados a la solución correcta.

Por último, el mapa de procesos del escape room de la asignatura de Formación del Profesorado es muy similar al del escape room de lengua española, donde los estudiantes realizan varios intentos fallidos para resolver los retos y las pistas no parecen ser muy efectivas para ayudarlos a superar sus dificultades.

FIGURA IV. Mapa de procesos del escape room educativo de la asignatura de Formación del profesorado



Discusión y conclusiones

Los resultados obtenidos del presente estudio sobre estrategias de pistas en escape rooms educativos, utilizando un enfoque de minería de procesos, revelan percepciones interesantes sobre la dinámica del juego y el impacto de las pistas en el rendimiento. En esta sección, discutimos los hallazgos en relación con las preguntas de investigación y destacamos sus implicaciones para el diseño e implementación de escape rooms educativos. Además, basándonos en los resultados obtenidos, sugerimos una estrategia de pistas para el diseño de escape rooms educativos.

Las estadísticas descriptivas presentadas en la Tabla II proporcionan una visión completa de los cuatro escape rooms analizados en términos de tasa de éxito, duración del reto, intentos fallidos y pistas obtenidas. Una de las principales conclusiones obtenidas es que las tasas de éxito varían significativamente entre los cuatro escape rooms. El escape room de Lengua española exhibe la tasa de éxito más baja, indicando que los participantes enfrentaron más desafíos en esta sala en particular. Por otro lado, el escape room de Marketing demuestra la tasa de éxito más alta, sugiriendo que pudo haber sido relativamente más fácil para los participantes resolver los retos. El tiempo promedio que los jugadores han necesitado para resolver los retos se alinea estrechamente dentro del rango de 7-8 minutos, excepto para el escape room de Física, donde los participantes completaron los retos en un tiempo promedio notablemente

bajo de 1,30 minutos. Esta notable diferencia en la duración puede reflejar el bajo nivel de complejidad y dificultad asociado con los retos del escape room de Física en comparación con los demás ya que, por ejemplo, el escape room de Marketing tenía un número similar de retos, pero la duración media para resolver cada reto fue sustancialmente más alta. Además, el número promedio de soluciones incorrectas proporcionadas para los retos varió, oscilando entre valores bajos a relativamente altos, lo que puede indicar un comportamiento de prueba y error en algunos casos. Curiosamente, los participantes solicitaron un número muy bajo de pistas, con menos de una pista de media por reto en todos los escape rooms.

La Tabla III presenta los resultados de las pruebas estadísticas realizadas para explorar la relación entre las pistas y el rendimiento en los escape rooms. El test de Wilcoxon revela que, excepto para el escape room de Formación del Profesorado, no hubo una diferencia significativa en el número de pistas recibidas entre los participantes que completaron el escape room y aquellos que no lo hicieron. Este hallazgo sugiere que la disponibilidad de pistas no influyó en gran medida en las tasas de finalización de los participantes, excepto en el caso del escape room de Formación del Profesorado, donde aquellos que completaron la sala recibieron, en promedio, más pistas en comparación con aquellos que no la completaron.

Además, las correlaciones entre el número de pistas y la duración del juego indican una relación pequeña pero significativa en los escape rooms de las asignaturas de Física y Formación del Profesorado. Esto sugiere que los participantes que solicitaron más pistas pasaron más tiempo en los retos en estos escape rooms específicos. Esto podría atribuirse a la complejidad o ambigüedad de los retos, donde se requerían pistas adicionales para guiar a los participantes hacia la solución correcta. El análisis de correlación también revela una correlación positiva significativa y de mediana a grande entre el número de pistas solicitadas y el número de intentos fallidos para resolver los retos en todos los escape rooms. Esto implica que los participantes que buscaron más pistas generalmente pasaron más tiempo intentando resolver los retos y realizaron un mayor número de intentos sin éxito.

Los mapas de procesos de las Figuras I a la IV representan visualmente el flujo temporal y la interacción de eventos durante el juego en cada escape room. Estos mapas ofrecen valiosas percepciones

sobre los patrones de comportamiento en la resolución de retos y el papel de las pistas en guiar a los participantes. En el escape room de Lengua española, la mayoría de los participantes intentaron un enfoque diferente antes de buscar ayuda. Solo unos pocos pidieron pistas después de dar una respuesta incorrecta, pero las pistas no fueron muy efectivas para llevar a la solución correcta. El escape room de Marketing tuvo un patrón similar al del escape room de Lengua española y hubo algunos participantes que llegaron a la solución correcta y otros que comenzaron directamente con una solución incorrecta. En esta sala, las pistas fueron ligeramente más efectivas y llevaron a la solución correcta en el 28 % de los casos. Curiosamente, los participantes pidieron pistas subsiguientes con más frecuencia que en el escape room de Lengua española, lo que indica que confiaron más en las pistas cuando enfrentaron desafíos.

Por otro lado, el escape room de la asignatura de Física demostró un proceso de resolución de retos más directo, con participantes logrando el éxito en su primer intento en la mayoría de los casos, probablemente debido a la falta de dificultad de los retos diseñados. Sin embargo, las pistas no fueron muy útiles en esta sala y solo representaron el 0,95 % de todos los eventos. Parece que obstaculizaron en lugar de ayudar a los jugadores, ya que llevaron a una solución incorrecta en la mayoría de los casos en lugar de guiar a los participantes a la solución correcta.

Finalmente, el mapa de procesos del escape room de la asignatura de Formación del Profesorado se asemejó al patrón observado en el escape room de Lengua española, ya que los participantes realizaron múltiples intentos fallidos para resolver los retos. Las pistas se solicitaron y utilizaron de manera similar al escape room de Lengua española, pero su efectividad general para ayudar a los participantes a superar los desafíos parecía limitada.

Los hallazgos de los mapas de procesos destacan la importancia de considerar la secuencia y el impacto de los eventos en el juego de escape room. Comprender cómo los participantes abordan los retos, el momento de las solicitudes de pistas y los resultados de esas pistas pueden informar el diseño y la entrega de escape rooms educativos. Estas percepciones se pueden utilizar para optimizar el nivel de dificultad y la progresión de los retos, mejorar la eficacia de las pistas y, en definitiva, mejorar la experiencia de aprendizaje en general.

Los datos sugieren que la utilización de pistas en los escape rooms educativos fue generalmente baja, puesto que los participantes confiaron más en sus propias habilidades para resolver problemas. Sin embargo, hubo casos en los que se solicitaron pistas y se correlacionaron con una duración de juego más larga y un mayor número de intentos fallidos. De hecho, los mapas de procesos confirmaron que, en muchas ocasiones, las pistas llevaron a los participantes a soluciones incorrectas de los retos en lugar de ayudarlos. Esto destaca la necesidad de una consideración cuidadosa del diseño y las estrategias de entrega de pistas para optimizar su efectividad en facilitar la resolución exitosa de retos mientras se mantiene un nivel de desafío apropiado. Las variaciones en las tasas de éxito y las duraciones de los retos en los escape rooms enfatizan aún más la importancia de alinear los niveles de dificultad de los retos con el público objetivo y los objetivos de aprendizaje.

Este análisis nos ha permitido ahondar en el comportamiento de las pistas en los escape rooms para, a partir de los resultados, poder crear una estrategia de pistas, la cual debe entenderse como una aproximación para mejorar la efectividad de las pistas al guiar a los participantes hacia la resolución exitosa de retos, al mismo tiempo que se mantiene un nivel óptimo de desafío y compromiso.

- **Estrategia de pistas graduales.** Se recomienda implementar una estrategia de pistas que proporcione niveles graduales de ayuda. Animamos a los diseñadores a comenzar con pistas sutiles o claves que empujen a los participantes en la dirección correcta sin revelar explícitamente la solución. A partir de este enfoque, nuestros resultados muestran que los estudiantes necesitaron pocas pistas y, por lo tanto, revelar demasiada información inicialmente podría evitar que lleguen a la solución por sí mismos.
- **Pistas contextualizadas.** Resulta necesario adaptar las pistas al tema y al contenido específico del escape room, es decir, incorporar pistas que sean relevantes para el tema o concepto que se está explorando en el escape room.
- **Disponibilidad de pistas.** Basándonos en nuestro análisis, podemos concluir que proporcionar pistas a los jugadores puede ser útil si monitoreamos su progreso y ofrecemos estratégicamente pistas para prevenir la frustración y fomentar el compromiso continuo. El software Escapp, utilizado en este estudio, nos

permite determinar cuándo pueden los estudiantes solicitar pistas y el intervalo de tiempo adecuado entre cada una. Deberíamos señalar que, si el escape room se realiza en línea, el uso de pistas limitadas por tiempo puede reducir el interés en el juego y llevar a abandonar el juego.

- **Sistema de pistas adaptativo.** Partiendo de los resultados obtenidos en este estudio, creemos que sería interesante que esta funcionalidad se integrara en un software como Escapp. Como se ha observado, los participantes pueden proporcionar consistentemente soluciones incorrectas o realizar múltiples intentos fallidos. Para evitar esto, sería interesante que el software incorporara una estrategia de pistas adaptativa para ajustar el nivel de ayuda basado en el rendimiento y en los patrones de solicitud de los participantes. Por el contrario, si los estudiantes progresaban sin mucha ayuda, la estrategia de pistas podría adaptarse a esa situación y mantener un nivel de desafío apropiado, lo que evitaría el aburrimiento.
- **Pistas como oportunidades de aprendizaje.** Los diseñadores deben pensar en las pistas como elementos clave del juego, ya que deben considerarse promotores del aprendizaje activo y de habilidades de resolución de problemas. Aconsejamos no proporcionar respuestas directas, ya que las pistas pueden inducir a los estudiantes a reflexionar sobre su enfoque, reconsiderar sus suposiciones o proporcionar estrategias alternativas para explorar. Esto fomenta el pensamiento crítico y promueve una comprensión más profunda del concepto que se enseña en los escape rooms educativos.
- **Pistas accesibles.** Recomendamos que las pistas sean fácilmente accesibles para los participantes. El software Escapp facilita la inclusión de pistas a lo largo del juego de manera muy directa y no interrumpe el flujo del juego. Esta accesibilidad ayuda a los participantes a encontrar las pistas más fácil y rápidamente, y también ayuda a los diseñadores a colocar todas las pistas en una única ubicación, lo que facilita al diseñador también su inclusión en el juego.

En conclusión, este estudio utiliza un enfoque de minería de procesos para examinar las estrategias de pistas en escape rooms educativos. Los resultados han arrojado datos valiosos sobre la relación

entre las pistas y el rendimiento, la dinámica del comportamiento de resolución de retos y la efectividad de las pistas en diferentes escape rooms. Los hallazgos sugieren que la disponibilidad de pistas no impactó significativamente en las tasas de finalización, excepto en un escape room donde los participantes que lo completaron recibieron más pistas. El análisis de correlación reveló que el número de pistas solicitadas estaba positivamente asociado con la duración del juego y con el número de intentos fallidos. Los mapas de procesos arrojaron más luz al flujo temporal y a la interacción de eventos durante el juego, lo que destacó los variados patrones de comportamiento de resolución de retos y el papel de las pistas en facilitar o impedir el progreso.

Estos hallazgos contribuyen al campo más amplio de los escape rooms educativos al proporcionar evidencia empírica sobre el impacto de las pistas en el juego y ofrecer percepciones sobre cómo las pistas pueden ser utilizadas efectivamente para mejorar la experiencia de aprendizaje. Investigaciones futuras pueden basarse en estos hallazgos para investigar factores adicionales que puedan influir en la utilización de pistas y examinar los efectos a largo plazo de los escape rooms educativos en los resultados de aprendizaje. En general, este estudio destaca la importancia de comprender las estrategias de pistas en escape rooms educativos, lo cual puede impactar en el diseño de experiencias de aprendizaje más atractivas y efectivas.

Limitaciones

Nuestro estudio no está exento de limitaciones. En primer lugar, los datos recopilados por Escapp se limitan a lo que sucede dentro de la plataforma (es decir, resolución de retos y solicitudes de pistas) y, por lo tanto, pueden no reflejar completamente todas las acciones de los estudiantes durante los escape rooms (por ejemplo, consultar materiales de aprendizaje o hablar entre ellos).

Aunque el hecho de que nuestros datos se recopilen de manera no intrusiva y sistemática, proporciona una forma objetiva y no invasiva de medir el rendimiento de los estudiantes. Resultaría interesante complementar estos datos de registro con observaciones en video y/o entrevistas lo que proporcionaría una imagen más detallada del juego

de cada estudiante desde una perspectiva más cualitativa. Obtener más información sobre los participantes del estudio también nos permitiría entender los factores que podrían llevar a algunos estudiantes a elegir una cierta estrategia de pistas, por ejemplo, género, estudio o la falta de conocimientos previos suficientes para resolver el escape room. Además, aunque nuestro estudio abarca escape rooms en una variedad de disciplinas académicas, nuestra muestra se limita a una única institución y, por lo tanto, la generalización de nuestros hallazgos a otros contextos requiere una mayor investigación. Sin embargo, nuestra elección de la minería de procesos como herramienta analítica enmarca nuestro estudio como descriptivo en lugar de hacer inferencias o generalizaciones.

Referencias bibliográficas

- Abdul Rahim, A. S., Abd Wahab, M. S., Ali, A. A., & Hanafiah, N. H. M. (2022). Educational escape rooms in pharmacy education: A narrative review. *Pharmacy Education*, 22(1), 540–557. <https://doi.org/10.46542/pe.2022.221.540557>
- Adams, V., Burger, S., Crawford, K., & Setter, R. (2018). Can You Escape? Creating an Escape Room to Facilitate Active Learning. *Journal for Nurses in Professional Development*, 34, E1–E5. <https://doi.org/10.1097/NND.0000000000000433>
- Bogarín, A., Cerezo, R., & Romero, C. (2018). A survey on educational process mining. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 8(1), e1230. <https://doi.org/10.1002/widm.1230>
- Caballero-Hernández, J.A., Palomo-Duarte, M., Dodero, J. M., & Gašević, D. (2023). Supporting Skill Assessment in Learning Experiences Based on Serious Games Through Process Mining Techniques, *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, <http://dx.doi.org/10.9781/ijimai.2023.05.002>
- Chang, C., Chung, M., & Yang, J. C. (2021). Facilitating nursing students' skill training in distance education via online game-based learning with the watch-summarize-question approach during the COVID-19 pandemic: A quasi-experimental study. *Nurse Education Today*, 109, 105256. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2021.105256>

- Clarke, S., Peel, D., Arnab, S., Morini, L., Keegan, H., & Wood, O. (2017). EscapED: A Framework for Creating Educational Escape Rooms and Interactive Games to For Higher/Further Education. *International Journal of Serious Games*, 4(3), 73-86. <https://dx.doi.org/10.17083/ijsg.v4i3.180>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Routledge. NY, USA. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Ghazal, M.A., Ibrahim, O., & Salama, M.A. (2017). *Educational Process Mining: A Systematic Literature Review, 2017 European Conference on Electrical Engineering and Computer Science (EECS)*. <https://doi.org/10.1109/EECS.2017.45>
- Gómez, M. J., Ruipérez-Valiente, J. A., Martínez, P. A., & Y. J. Kim (2021a). Applying learning analytics to detect sequences of actions and common errors in a geometry game. *Sensors*, 21(4), 1025. <https://doi.org/10.3390/s21041025>
- Gómez, M. J., Ruipérez-Valiente, J. A., Martínez, P. A., & Y. J. Kim (2021b). Exploring the Affordances of Sequence Mining in Educational Games. *Eighth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'20)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 648–654. <https://doi.org/10.1145/3434780.3436562>
- Gordillo, A., López-Fernández, D., López-Pernas, S., & Quemada, J. (2020). Evaluating an educational escape room conducted remotely for teaching software engineering. *IEEE*. 8, 225032–225051. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3044380>
- Janssenswillen, G., Depaire, B., Swennen, M., Jans, M. J., & Vanhoof, K. (2019). bupaR: Enabling Reproducible Business Process Analysis. *Knowledge-Based Systems*, Vol. 163, p. 1857. <https://doi.org/10.1016/j.knsys.2018.10.018>
- López-Pernas, S., Gordillo, A., Barra, E., & Quemada, J. (2019a). Analyzing Learning Effectiveness and Students' Perceptions of an Educational Escape Room in a Programming Course in Higher Education. *IEEE Access*. 7, 184221–184234. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2960312>
- López-Pernas, S., Gordillo, A., Barra, E., & Quemada, J. (2019b). Examining the Use of an Educational Escape Room for Teaching Programming in a Higher Education Setting, in *IEEE Access*, vol. 7, 31723-31737. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2902976>

- López-Pernas, S., Gordillo, A., Barra, E., & Quemada, J. (2021). Escapp: A web platform for conducting educational escape rooms. *IEEE Access*, 7, 184221–184234. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2960312>
- López-Pernas, S., Saqr, M., Gordillo, A., & Barra, E. (2022) A learning analytics perspective on educational escape rooms, *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2041045>
- Morrell, B. L. M., & Ball, H. M. (2020). Can You Escape Nursing School? Educational Escape Room in Nursing Education. *Nursing Education Perspectives*, 41(3), 197–198. <https://doi.org/10.1097/01.NEP.0000000000000044>
- Morrell, B. L. M., & Eukel, H. N. (2020). Escape The Generational Gap: A Cardiovascular Escape Room for Nursing Education. *The Journal of Nursing Education*, 59(2), 111–115. <https://doi.org/10.3928/01484834-20200122-11>
- Nicholson, S. (2015). *Peeking behind the locked door: A survey of escape room facilities*. <http://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf>
- Nikitin, K. (2020). Educational Game Analysis Using Intention and Process Mining. *Modeling and Analysis of Complex Systems and Processes - MACSPo'2020, October 22–24, 2020, Venice, Italy & Moscow, Russia*.
- Pechenizkiy, M., Trcka, N., Vasilyeva, E., van de Aalst, W., & De Bra, Paul. (2009). Process Mining Online Assessment Data. *International Working Group on Educational Data Mining; International Working Group on Educational Data Mining*. Available from: *International Educational Data Mining Society (EDM)*.
- Romero, C., Cerezo, R., Bogarín, A., & Sánchez-Santillán, M. (2016). Educational Process Mining. In S. ElAtia, D. Ipperciel & O.R. Zaïane (eds.), *Data Mining and Learning Analytics*. <https://doi.org/10.1002/9781118998205.ch1>
- Sánchez-Martín, J., Corrales-Serrano, M., Luque-Sendra, A., & Zamora-Polo, F. (2020). Exit for success. Gamifying science and technology for university students using escape-room. A preliminary approach. *Heliyon*, 6(7), e04340. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04340>
- Santamaría Urbieto, A., & Alcalde Peñalver, E. (2019). Escaping from the English Classroom. Who will get out first?, *Aloma Revista de Psicologia, Ciències de l'Eduació i de l'Esport*, 37(2), 83-92. <https://doi.org/10.51698/aloma.2019.37.2.83-92>

- Schaedler Uhlmann, T., Alves Portela Santos, E., & Mendes, L.A. (2018). Process Mining Applied to Player Interaction and Decision Taking Analysis in Educational Remote Games. In: Auer, M., Langmann, R. (eds) *Smart Industry & Smart Education. REV 2018. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 47*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95678-7_47
- Spira, D. (2017). A Quick History of Escape Rooms. *Room Escape Artist*. <https://roomescapeartist.com/2017/01/15/a-quick-history-of-escape-rooms/>
- Sweta, S. (2021). *Modern Approach to Educational Data Mining and Its Applications*. Springer Nature.
- Tay, J., Goh, Y. M., Safiena, S., & Bound, H. (2022). Designing digital game-based learning for professional upskilling: A systematic literature review. *Computers & Education, 184*, 104518. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104518>
- Vartiainen, H., López-Pernas, S., Saqr, M., Kahila, J., Parkki, T., Tedre, M., & Valtonen, T. (2022). Mapping students' temporal pathways in a computational thinking escape room. *Proceedings of the Finnish Learning Analytics and Artificial Intelligence in Education Conference (FLAIEC22)* (pp. 77–88). CEUR.
- Veldkamp, A., Daemen, J., Teekens, S., Koelewijn, S., Knippels, M.-C.P.J., & van Joolingen, W.R. (2020a), Escape boxes: Bringing escape room experience into the classroom. *Br J Educ Technol, 51*, 1220-1239. <https://doi.org/10.1111/bjet.12935>
- Veldkamp, A., van de Grint, L., Knippels, M.-C.P.J., & van Joolingen, W.R. (2020b). Escape Education: A Systematic Review on Escape Rooms in Education, *Educational Research Review, 31*. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100364>
- van der Aalst, W. *et al.* (2012). Process Mining Manifesto. In: Daniel, F., Barkaoui, K., Dustdar, S. (eds) *Business Process Management Workshops. BPM 2011. Lecture Notes in Business Information Processing, vol 99*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-28108-2_19
- von Kotzebue, L., Zumbach, J., & Brandlmayr, A. (2022). Digital Escape Rooms as Game-Based Learning Environments: A Study in Sex Education. *Multimodal Technologies and Interaction, 6*(2), 8. <https://doi.org/10.3390/mti6020008>

Wang, L., Chen, B., Hwang, G., Guan, J., & Wang, Y. (2022). Effects of digital game-based STEM education on students' learning achievement: A meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00344-0>

Información de contacto: Alexandra Santamaría Urbieta. Universidad Internacional de La Rioja, Área de Humanidades y Ciencias Sociales. Calle de García Martín 21, 28224, Pozuelo de Alarcón, Madrid. E-mail: alexandra.santamaria@unir.net