



ASPECTOS ORGANIZATIVOS Y VALOR FORMATIVO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN *ESCAPE ROOM* PALEONTOLÓGICO POR PARTE DE ALUMNADO DEL MÁSTER EN PALEONTOLOGÍA AVANZADA (UCM)

Organizational aspects and formative value of the implementation of a palaeontological Escape Room by students of the Master of Advanced Palaeontology (UCM)

Isabel Rodríguez-Castro¹, Miguel Ángel Cervilla-Muros¹, Iñigo Vitón¹, Javier Salas-Herrera², Abel Acedo¹, Alejandra García-Frank¹ y Omid Fesharaki^{1*,3}

¹ Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid. C/José Antonio Nováis 12, 28040 Madrid.

isrod01@ucm.es, miguelcervilla95@gmail.com, iviton@ucm.es, abacedop@gmail.com, agfrank@ucm.es, omidfesh@ucm.es

² Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), España.

jsalas198@alumno.uned.es

³ Unidad de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación, Universidad Complutense de Madrid.

Abstract: This study aims to answer the question of whether the students of a master's degree are qualified to organise a leisure-educational activity aimed at high school students and the general public, and assesses whether said activity works as an educational tool for palaeontology outreach. For this, the results obtained from a palaeontology-themed escape room implemented by a group of students of the master's degree in Advanced Palaeontology at the Complutense University of Madrid during the XVIII Week of Science in Madrid have been analysed and the phases and development of the escape room are presented. Contributing students expressed a high degree of commitment and satisfaction, claiming as the main incentive to participate their interest in science and learning to achieve effective scientific dissemination. This activity has meant for the organizing students an application of what they have learned in the classroom and has allowed them to improve skills that will be useful in the long term. The evaluation of the experience by the attendees was also very positive. The great majority recommended the activity and considered that they had learned from it. Knowing as a society the past of the Earth and life, as well as our own origins, is the key to infer our future and, at least in part, to value the natural heritage that surrounds us and therefore to preserve and protect it.

Keywords: scientific outreach, geology teaching, escape room, gamification, social palaeontology.

Resumen: Este estudio indaga si el estudiantado de un máster está preparado para organizar una actividad ocio-formativa dirigida a público general, y evalúa la propia actividad como método divulgativo de la paleontología. Para ello se han analizado los resultados de la implementación de un Escape Room paleontológico, organizada por un grupo de estudiantes del Máster Interuniversitario en Paleontología Avanzada de la Universidad Complutense de Madrid durante la XVIII Semana de la Ciencia de Madrid, y se presentan las fases y el desarrollo de dicho Escape Room, que justifican su interés

educativo. Los estudiantes organizadores manifestaron un alto grado de compromiso y satisfacción alegando como motivación a participar su interés por la ciencia y por aprender a realizar una divulgación científica eficaz. Esta actividad ha supuesto para el estudiantado organizador una aplicación de lo aprendido en el aula y les ha permitido mejorar competencias que les serán de utilidad a largo plazo. La inmensa mayoría de los asistentes valoraron positivamente la actividad y consideraron que habían aprendido con ella. Conocer como sociedad el pasado de la Tierra, así como nuestros propios orígenes, es la llave para inferir nuestro futuro y, al menos en parte, valorar, preservar y proteger el patrimonio natural que nos rodea.

Palabras clave: divulgación científica, enseñanza de la geología, escape room, gamificación, paleontología social.

Rodríguez-Castro, I., Cervilla-Muros, M.A., Vitón, I., Salas-Herrera, J., Acedo, A., García-Frank, A., Fesharaki, O., 2021. Aspectos organizativos y valor formativo de la implementación de un *Escape Room* paleontológico por parte de alumnado del Máster en Paleontología Avanzada (UCM). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 34 (2): 17-27.

Contextualización

Alfabetización científica para la ciudadanía

La alfabetización científica cívica, definida como el nivel de comprensión de términos y constructos científicos necesario para entender las informaciones sobre política científica publicadas en los medios de comunicación (Miller, 1983), es indispensable en una sociedad democrática. La alfabetización científica es necesaria para la toma de decisiones informadas en cuestiones y controversias de interés público, social y medioambiental, como el cambio climático, las políticas de gestión de recursos y protección contra riesgos naturales, los avances médicos o la nanotecnología (Gómez-Ferri *et al.*, 2014; Stilgoe *et al.*, 2014). Para la formación de ciudadanos críticos y concienciados sobre el patrimonio natural y capaces de comprender la información científica son muy importantes las labores de divulgación (Acedo *et al.*, 2020), especialmente en el caso de la geología, cuya situación en la enseñanza obligatoria es desalentadora (Pascual Trillo, 2017). Esto tiene un efecto directo en el escaso conocimiento de la población sobre esta rama de las ciencias (Fesharaki *et al.*, 2019), y obliga a depender de la divulgación para darla a conocer. Asimismo, cualquier persona para poder considerarse un ciudadano alfabetizado en ciencias de la Tierra, debería tener algunas nociones básicas sobre el tiempo geológico, las características de la Tierra o la evolución de la vida (Pedrinaci *et al.*, 2013). Algunos de estos conceptos como los relacionados con el tiempo geológico representan cierta dificultad de comprensión por la escala temporal con que se trabaja (Pedrinaci y Berjillos, 1994), algo similar a las dificultades detectadas con el manejo de la escala espacial en otras ciencias como la nanotecnología o la cristalografía (Gómez-Ferri *et al.*, 2014).

Entre las múltiples iniciativas para difundir la geología que se están impulsando estos últimos años en España, está el proyecto Geodivulgar: Geología y Sociedad, un proyecto de innovación de la Universidad Complutense

de Madrid (UCM), integrado por docentes, estudiantes y personal administrativo de las Facultades de Geología y Educación de la UCM y otras universidades españolas y portuguesas. Este proyecto desarrolla actividades de divulgación de la geología, destacando varios talleres de paleontología, valiéndose en numerosas ocasiones del marco de la Semana de la Ciencia y la Innovación de Madrid, un evento divulgativo organizado por la Fundación para el Conocimiento madri+d. Según Santos Rego *et al.* (2015) «las funciones de la Universidad al servicio de la sociedad también van más allá de la preparación para el desempeño de una profesión, extendiéndose al ámbito del enriquecimiento cultural y humano del contexto en que están insertas». Los mismos autores exponen que «ante una sociedad en constante evolución la universidad se enfrenta al reto de difundir el conocimiento y la cultura, retornando a la sociedad parte de lo que ésta le ha dado». Así, uno de los aspectos a resaltar sobre la labor realizada desde el proyecto Geodivulgar es la formación de jóvenes divulgadores, aspecto en el que pocos científicos han sido formados como muestran estudios recientes (Smith, 2021). A este respecto, según señalan García-Frank *et al.* (2019), la divulgación realizada por los estudiantes de algunos de los másteres que imparte la UCM, no solo ha resultado ser motivadora para el público más joven que asiste a las actividades ofertadas, sino que también ha demostrado ser una buena herramienta de aprendizaje para los propios estudiantes. Estos autores indican que la propuesta e implementación de actividades de divulgación científica puede suponer una mejora de múltiples habilidades, destrezas y actitudes (p. ej., el pensamiento creativo, la capacidad de comunicación ante públicos muy variados, la capacidad de liderazgo y el trabajo en equipo al mismo tiempo que la delegación de responsabilidades, etc.). En el actual contexto educativo y laboral que está en constante evolución, el alumnado debe ser consciente de que la obtención de un título universitario no es garantía de una inmediata incorporación al mundo profesional. En esta nueva realidad, competencias como la de aprender a aprender son fundamentales para posibilitar la inserción laboral y social del estudiantado continuando con su formación en cualquier

escenario (formal, no formal, informal). Éstos deben tener un rol más activo en su propio proceso de aprendizaje, y el profesorado debe posibilitarlo (Pérez-Pérez *et al.*, 2020). Así será fundamental propiciar actividades que desarrollen la capacidad de planificación, organización, gestión del tiempo y la información, resolución de problemas, gestión eficaz de los procesos de comunicación, trabajo en equipo, pensamiento crítico y creativo, etc. (Pérez-Pérez *et al.*, 2020). La formación universitaria debe enfatizar estas competencias que capacitan al estudiantado en aspectos que son útiles a largo plazo frente a aquellos que persiguen la interiorización de unos conocimientos que caducan a corto plazo (Álvarez-Arregui, 2019). En este contexto, la Agenda 2030 puede considerarse como el marco general que guiará a las universidades durante la próxima década en «la generación, transferencia y difusión de un conocimiento abierto al servicio de la sociedad, del bienestar y de la sostenibilidad» (Álvarez-Arregui, 2019).

Gamificación en la enseñanza y la divulgación

Cada vez más estudios prueban la importancia de la gamificación en la divulgación y enseñanza de las ciencias experimentales (Clarke *et al.*, 2017). Los elementos de cooperación o consecución de objetivos se han incorporado a actividades diseñadas para todos los niveles educativos, con ejemplos en educación infantil (Fernández-Oliveras *et al.*, 2016), educación secundaria (Martindale y Weiss, 2020; Sanz-Pérez *et al.*, 2020), enseñanza universitaria (Rodríguez-Oroz *et al.*, 2019) o en la formación del profesorado de educación secundaria (España-Ramos *et al.*, 2013). Estas experiencias han utilizado el diseño de juegos basados en pruebas y experimentos, juegos de mesa y juegos de rol, respectivamente, para enseñar materias tan diversas como las matemáticas, la geomorfología, la tafonomía, la evolución de la vida o el calentamiento global. Como se puede ver la geología no ha sido ajena a esta tendencia (Cornellà *et al.*, 2020). Los resultados de estas experiencias suelen ser muy positivos en cuanto al aprendizaje y la motivación de los participantes.

Un tipo de actividad lúdica que está ganando tracción en la divulgación son los *Escape Rooms* (ER desde ahora). Un ER es una actividad cooperativa, en la que un grupo trata de salir de un espacio cerrado en un tiempo limitado, resolviendo pruebas de lógica e ingenio. Su creciente popularidad en el ámbito comercial (Monaghan y Nicholson, 2017) se ha reflejado en la educación, donde este tipo de experiencias son cada vez más frecuentes, como las desarrolladas por Merchán (2017) y Sánchez-Lamas (2018), enfocadas a la enseñanza del inglés y de la música respectivamente; y en la divulgación científica, con iniciativas muy recientes, como el proyecto “Etnobotánica apprehendere et iocari” (PIMCD-UCM nº 224-2016/17), con un ER para acercar a los participantes a la Colección Etnobotánica de la UCM o la actividad geológica “TERRA SÍSMICA” desarrollada por Brusi y Cornellà (2020) para enseñar diversos aspectos de los terremotos. Una búsqueda bibliográfica sobre ER paleontológicos únicamente ha revelado el proyecto Escape Cave, del Museo de Ciencias

de la Tierra de Río de Janeiro (Millan, 2018), publicado en portugués. En la literatura en inglés o español no se han encontrado otros precedentes aplicados, aunque Salas-Herrera *et al.* (2019) ya detallaron la posible utilidad y características generales de este formato de actividades educativas. En este tipo de actividades no importa la edad, y la participación activa de los asistentes y la importancia que supone para la motivación y el aprendizaje autónomo generan un escenario educativo novedoso que pone de manifiesto el potencial didáctico de los ER.

Objetivos, desarrollo y competencias trabajadas

En este trabajo se describen las fases y características de la actividad “*Escape Room* Paleontológica: ¡con tu fósil al pasado!” que se implementó por primera vez durante la XVIII Semana de la Ciencia y la Innovación de Madrid (SCIM18 desde ahora), cuya finalidad era dar a conocer a un público diverso generalidades sobre la historia de la Tierra y la vida de una forma didáctica e interactiva. El objetivo del presente trabajo es mostrar los aspectos organizativos y el valor formativo de la implementación de esta actividad, así como de su utilidad para la enseñanza y divulgación de la Paleontología. Por una parte, para evaluar si las competencias adquiridas por un grupo de estudiantes de máster, encargados de idear y desarrollar la actividad, les han facilitado su consecución y, por otra, para evaluar la actividad en sí misma como un método de divulgación de aspectos relacionados con la paleontología y la geología.

Teniendo en cuenta el contexto definido en el apartado anterior, la actividad surgió como parte de un trabajo en grupo de la asignatura “Patrimonio paleontológico y gestión de materiales paleontológicos” del Máster Interuniversitario en Paleontología Avanzada (UCM–UAH). En dicha asignatura una de las actividades de evaluación del curso 2017-2018 consistió en dividir a la clase en varios grupos que debían idear el esquema de una posible actividad de divulgación para ser desarrollada en la SCIM18. Posteriormente cada grupo presentó su propuesta al resto de la clase y se aplicó un análisis DAFO por parte de los demás equipos para finalmente seleccionar una única actividad, que se trabajó y desarrolló en profundidad conjuntamente y fue evaluada por el profesorado. Dentro de los objetivos que perseguía esta actividad, conforme a las Competencias Generales de la asignatura, se acentúa la CG5 (transmitir interés por las temáticas paleontológicas y asesorar a personas y a organizaciones). Como Competencias Transversales trabajadas en el desarrollo de la actividad destacan CT5 (desarrollar la capacidad de organización y planificación), CT6 (tomar decisiones), CT7 (saber comunicar eficazmente, tanto de forma oral como escrita), CT8 (trabajar individualmente y en equipos multidisciplinares), CT9 (aplicar los conocimientos teóricos a la práctica) y CT12 (adaptarse a nuevas situaciones). Y dentro de las Competencias Específicas del Máster se fomenta la CE16 (diseñar nuevos modelos de divulgación de la Paleontología y propiciar el desarrollo del marco legal presente y futuro para la protección del Patrimonio Paleontológico).

De esta forma, el estudiantado de máster diseñó el ER con el objetivo de que, al ponerlo en práctica, los asistentes (alumnado de enseñanzas medias y público general) fueran los protagonistas absolutos, siendo los organizadores los que fijaban unas pautas básicas al inicio de las pruebas. Respecto al alumnado de enseñanzas medias que asistió al ER, les permitió trabajar varias competencias clave para ESO y Bachillerato. Estas competencias son: la comunicación lingüística, la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, competencias sociales y cívicas, el sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor, o la conciencia y expresiones culturales.

Metodología

Propuesta inicial y formalización de la actividad

La puesta en práctica de la propuesta era voluntaria, por lo que solo aquellos estudiantes que se comprometieron a desarrollarla son los que han formado parte del presente trabajo (los cinco primeros firmantes de este trabajo). Así, en la preparación de la actividad tomaron parte 5 de los 10 alumnos matriculados en esta asignatura del máster (cuatro hombres y una mujer). La propuesta inicial consistía en un recorrido por tres salas ambientadas en las distintas Eras del Fanerozoico (Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico), incluyendo la ER en una de ellas. Los aspectos específicos se trabajaron durante el segundo semestre, y finalmente en julio de 2018 se presentó en forma de ficha de la SCIM18, en la que debían detallarse aspectos organizativos y económicos (espacios, fechas y horarios, formas de inscripción, presupuesto solicitado, etc.) para poder ser aceptados por la universidad y, en su caso, financiados. Esta segunda etapa del trabajo fue supervisada y tutorizada por el profesorado de la asignatura. Una vez aprobada la actividad, comenzó la preparación del ER. La compra de materiales, el reparto de funciones y la reserva de espacios físicos de la universidad se realizaron entre septiembre y noviembre de 2018.

Organización y recursos del Escape Room

Para la actividad se contó con tres aulas conectadas entre sí por un pasillo y decoradas con elementos propios de las eras en las que se ambientaban. En cada sala se explicarían los principales hitos de la historia de la vida en la era correspondiente, facilitando a los participantes conocimientos básicos útiles para enfrentarse a las pruebas del ER, e intentando seleccionar acontecimientos y conceptos cuya importancia fuese consensuada por los expertos, basado en el documento presentado por Pedrinaci *et al.* (2013) sobre la alfabetización en ciencias de la Tierra. Los cinco estudiantes que prepararon las fases previas fueron los monitores de la actividad, tres de los cuales eran encargados de las explicaciones en cada sala. Otro acompañó al grupo en todo momento a modo de guía, y el último se encargó del cierre y apertura de la ER para evitar problemas en caso de imprevistos.

Los recursos se pueden dividir en materiales didácticos y materiales del ER, si bien todos se pueden sustituir por

las alternativas disponibles en cada ocasión y que cumplan su misma función. Para la ambientación, que simulaba una máquina del tiempo y tres laboratorios situados en las eras del Fanerozoico, se emplearon tiras de luces led de colores, rollos de papel pintados por los organizadores con paisajes de las distintas eras, sistemas de reproducción de audio con sonido ambiental (sonido de oleaje en el Paleozoico, un ruido de colisión de un meteorito en el Mesozoico y sonido de gotas en una cueva para el Cenozoico, todos ellos archivos de libre acceso en internet), hiedra artificial, pósteres (tablas cronoestratigráficas, carteles de laboratorio, señales de peligro, etc.), material de laboratorio (microscopio, batas o probetas, entre otros), láminas delgadas, rocas y minerales, reconstrucciones de organismos extintos y ejemplares de diversos grupos fósiles (Fig. 1). Para las pruebas del ER se utilizaron mochilas y cajas que pudieran cerrarse con candados o con llave, candados de combinación, diversos papeles y cuadernos con pistas y acertijos, un ordenador con contraseña de acceso, vídeos grabados por los científicos (los alumnos organizadores) de las salas del Paleozoico y Cenozoico dando pistas, una caja de arena donde se escondieron objetos simulando una excavación paleontológica, fósiles cuyas siglas se correspondían con códigos, etc.



Fig.1.- Elementos de ambientación de las salas y diferentes grupos resolviendo las pruebas. A) Explicaciones en la sala del Paleozoico. B) Sala del Mesozoico; los participantes utilizan una clave que relaciona símbolos de huellas con las letras del abecedario para descifrar un mensaje. C) Sala del Mesozoico; los participantes usan una escitala espartana para obtener una de las palabras clave para salir de la sala. D) Sala del Cenozoico.

Para asegurar el correcto funcionamiento de este tipo de actividades es necesario realizar ensayos previos para comprobar que todas las pruebas se pueden resolver en el tiempo establecido, sin que este sea excesivo o deje de resultar un reto. En este caso se realizaron con dos grupos: cinco alumnos de cuarto curso del Grado en Geología, y cuatro personas ajenas a los estudios de geología, a los que se les dieron unas explicaciones similares a las del taller

definitivo. Ambos grupos fueron capaces de resolver todas las pruebas en un espacio de tiempo comprendido entre 30 y 45 minutos, por lo que se estableció esta segunda marca como el tiempo máximo para salir de la sala. Tras valorar la dinámica y el desempeño de estos grupos, el espacio disponible y la información sobre otras ER se estableció un aforo recomendado de seis a ocho personas, y un aforo máximo de diez, de modo que los asistentes pudieran repartirse las tareas y avanzar a buen ritmo.

La actividad final se realizó de forma gratuita en el marco de la SCIM18, un evento de divulgación masivo que permitió la asistencia de un público muy diverso. Asistieron 34 personas repartidas en 4 pases, formando grupos mixtos de amigos, familias, asistentes individuales y una clase de 2º de ESO de 10 alumnos, junto a su profesora. Posteriormente, se decidió ampliar los contenidos al resto de los campos de la geología, diseñando un ER geológico, y realizándolo de nuevo en diversas jornadas de divulgación como la XIX Semana de la Ciencia, la Feria Natura 2019 y con adaptación a un formato virtual en la XX Semana de la Ciencia.

Estructura, contenido e implementación de la actividad

Hilo conductor y explicaciones: Como mencionan Salas-Herrera *et al.* (2019), para mantener a los asistentes atentos y motivados en resolver las pruebas se debe contar con un hilo conductor o narrativa (según la terminología utilizada en gamificación) que justifique la necesidad de salir del espacio cerrado en un tiempo determinado. El trasfondo elegido fue un viaje al pasado, así que se indicaba al inicio de la actividad que se había inventado una máquina del tiempo para estudiar el pasado. Se simulaban laboratorios en entornos controlados de las Eras del Fanerozoico, y para dar a conocer dicho proyecto se mostraron los laboratorios a grupos de visitantes. En el pasillo, ambientado como la “máquina del tiempo”, se explicó esta trama argumental a los asistentes y se les dio una breve introducción sobre los principales eventos del Precámbrico. Además, se les dieron indicaciones relativas a su participación en un ER y las medidas de seguridad.

El laboratorio del Paleozoico se situaba bajo un océano devónico. En él, tras explicar qué es la paleontología y su diferencia con la arqueología, se explicaron la explosión cámbrica, la evolución de los principales grupos paleozoicos, la conquista del medio terrestre y las principales extinciones, así como nociones sobre los cambios en la distribución de los continentes. Se mostraron fósiles de los principales filos animales (Porifera, Cnidaria, Echinodermata, Arthropoda, Mollusca y Chordata), láminas delgadas y mapas paleogeográficos (Fig. 1). En el laboratorio Mesozoico, situado justo antes de la caída del meteorito del límite Cretácico/Paleógeno (elemento que justificaba la limitación de tiempo), se exponían la evolución de los vertebrados, la importancia para su clasificación sistemática de las ventanas temporales del cráneo, los grupos de dinosaurios, la importancia de las huellas de dinosaurios en su estudio y la aparición de las angiospermas. Terminadas estas explicaciones, se informaba a los asistentes de un error

técnico en la máquina que había bloqueado la puerta, y que solo contaban con 45 minutos para salir antes del impacto meteorítico, dando comienzo así el ER propiamente dicho. Finalmente, cuando los participantes conseguían salir, en el laboratorio del Cenozoico se explicaban la radiación de los mamíferos y su diversidad, la evolución humana y la paleoclimatología. Para terminar se mencionaban algunas nociones sobre patrimonio paleontológico y la normativa de recogida de fósiles en España, aspectos clave para concienciar a los asistentes sobre la importancia de preservar el patrimonio que nos rodea. Cabe remarcar que este tipo de explicaciones previas y posteriores no son habituales en ER comerciales pero fueron añadidas por el carácter educativo-divulgativo de la actividad.

Mecánica y Retos

En la fase de planteamiento de las pruebas del ER, se optó por un patrón multilineal (ver tipos en Nicholson, 2015), combinando aspectos del patrón lineal (la resolución de un reto conduce al siguiente) y del patrón abierto (las pruebas se pueden resolver en cualquier orden). Este patrón permitía resolver varias pruebas simultáneamente (o saltarse una en caso de bloqueo) estableciendo a la vez una secuencia de desafíos y generando sensación de progreso.

Los retos (pruebas y acertijos) eran diversos para que se resolvieran buscando elementos expuestos en la decoración de la sala, mediante lógica, con el uso de códigos o aplicando conocimientos explicados en la primera parte de la actividad. Los candados son una forma barata y sencilla de establecer barreras para salir, pero es recomendable no recurrir únicamente a este elemento y emplear también códigos no numéricos. Por ejemplo, se pueden utilizar contraseñas de ordenador que puedan responder a palabras que introduzcan más variedad y faciliten el uso de terminología geológica explicada en la actividad. Esto ofrece mecánicas (acciones, comportamientos y mecanismos de control ofrecidos al jugador, Hunicke *et al.*, 2004; Cornellà *et al.*, 2020) diversas que aumentan las opciones de los jugadores y evitan que las pruebas resulten monótonas. Así, nada más comenzar la ER se informó a los participantes de que el código para poner en funcionamiento la máquina son tres palabras, en orden, que “el anterior científico del Mesozoico” conocía, y probablemente las apuntó en el ordenador. A partir de ahí se activa la cuenta-atrás y comienzan a buscar y resolver retos.

Los retos consistieron en: encontrar distintos elementos escondidos (cajas, mochilas cerradas con candados, la contraseña del ordenador apuntada en un papel), identificar los fósiles exclusivamente paleozoicos (que, por su edad, están fuera de lugar en la sala del Mesozoico), responder a preguntas sobre las explicaciones dadas en la sala anterior, resolver un código en el que cada letra del abecedario se corresponde con un símbolo geológico (p.ej., siluetas de huellas o martillos de geólogo con diferentes orientaciones), hallar el código de un candado interpretando correctamente el número de dedos y/o patas apoyadas a partir de los rastros de dos dinosaurios, desenterrar una llave de una caja de arena imitando una excavación paleontológica,

buscar información en la tabla cronoestratigráfica o en las coordenadas de un mapa geológico, o resolver un código oculto mediante una escítala espartana (prisma o cilindro de determinado grosor y una cinta cubierta con letras aparentemente aleatorias, que sólo forman un mensaje legible al enrollarse la cinta alrededor del prisma o cilindro correcto), entre otras pruebas (Figs. 1 y 2).



Fig.2.- Fotos realizadas durante las explicaciones y pruebas en la sala del Mesozoico. A) Explicaciones de los monitores sobre las huellas de los dinosaurios. B) Los participantes rodean a uno de los monitores, que les enseña en el ordenador uno de los vídeos con acertijos. C) Los participantes intentan abrir uno de los candados de combinación, rodeado por elementos decorativos de la sala. D) Los participantes escriben una de las palabras clave en la pizarra, en la que se pueden ver huellas de dinosaurio que sirven de pista para otra de las pruebas.

Estas mecánicas van acompañadas por la prohibición expresa de forzar los candados, resolverlos por prueba y error o romper algún elemento del ER para avanzar. Estas pruebas, normas y mecánicas, junto con el patrón multilíneal empleado, permiten que los jugadores desarrollen diferentes dinámicas (funcionamiento de las mecánicas bajo las decisiones y acciones del jugador, Hunicke *et al.*, 2004), entre las que se observaron la división del grupo en subgrupos que trabajan juntos, la toma de anotaciones relevantes en la pizarra donde todos pudieran consultarlas, la ordenación de los objetos del ER separando los ya utilizados de los que están pendientes de resolver, el uso de la memoria y el recuerdo de las explicaciones para resolver las pruebas o la consulta de esa misma información en los carteles explicativos en la sala.

Instrumentos de análisis

Como instrumentos de análisis se han realizado cuatro cuestionarios. El primer cuestionario fue contestado por los participantes al terminar la actividad (Tabla 1). Este cuestionario consta de dos bloques, el primero a modo de encuesta de satisfacción y el segundo como autovaloración de los conocimientos adquiridos. Las preguntas de satisfacción se escogieron en relación con el contexto en el que se iban a presentar (SCIM18), de modo que se optó por que fueran rápidas de responder y que cubrieran los aspectos fundamentales del ER. Así se valoraba del 1 al 5 (siendo 1 nada satisfecho y 5 totalmente satisfecho) diferentes afirmaciones en relación con las explicaciones científicas, el nivel de dificultad de los conceptos tratados, y el entretenimiento de las pruebas, con una última pregunta de respuesta abierta. El segundo bloque pretendía analizar la percepción de los asistentes sobre su propio aprendizaje mediante preguntas abiertas (Tabla 1). Las edades de los asistentes que respondieron a la encuesta final varían entre 10 y 70 años, siendo mayoría el rango entre 10 y 20 años. Además, se recurrió a la observación participante para poder valorar más detalles del desarrollo del ER.

Cuestionario	Tipo	Nº	Preguntas	Media	σ
Encuesta de satisfacción	Valorar del 1 al 5	1	La claridad de las explicaciones científicas	4,43	0,79
		2	El nivel de los conocimientos que se han explicado	4,41	0,78
		3	La diversión y entretenimiento de las pruebas	4,57	0,69
		4	La dificultad de las pruebas	4,21	0,83
		5	¿Recomendarías la actividad?	92,9% Sí	7,1% NS/NC
Autovaloración	Respuesta libre	6	¿Conocías antes de asistir a esta actividad la historia de la vida que se ha explicado?	46,4% Sí 25% No	28,6% NS/NC
		7	¿Dirías que has aprendido con esta actividad?	96,4% Sí	3,6% NS/NC

Tabla 1. Preguntas del cuestionario final de la actividad referidas a la satisfacción y a la autovaloración de los participantes (N=28). Se incluyen la media y desviación típica de las preguntas numéricas y los porcentajes agrupados en tres categorías (Sí, No y NS/NC) de las de respuesta libre.

Los cuestionarios 2 a 4 estaban destinados a los alumnos organizadores. El segundo cuestionario consta de nueve afirmaciones a valorar de manera cualitativa entre cuatro categorías, “fácil”, “relativamente difícil”, “difícil” y “NS/NC” (Tabla 2). Cinco de estas afirmaciones hacen referencia a aspectos previos a la ejecución de la actividad, y cuatro a su desarrollo. El tercer cuestionario consta de diez afirmaciones para valorar entre 1 y 5 (siendo 1 “nada/nunca” y 5 “mucho/bastantes veces”) diversos aspectos organizativos y de implementación de actividades de divulgación científica (Tabla 3). El cuarto cuestionario consistía en una pregunta de respuesta múltiple sobre las razones del alumnado organizador para participar en la actividad, en la que se recomendaba seleccionar un máximo de cuatro opciones (ver resultados en Fig. 3).

(26 de 28) recomendarían la actividad y prácticamente todos consideran que han aprendido algo con ella (27 de 28), independientemente de si indicaban que conocían con anterioridad la historia de la vida. La media de las valoraciones obtenidas es de 4,41 sobre 5 (Tabla 1), un resultado muy positivo que coincide con las opiniones expresadas por los asistentes tras la actividad. La diversión de las pruebas del ER recibe las mejores valoraciones de los asistentes. También fueron bien recibidas las explicaciones dadas por los organizadores en cada una de las salas (Tabla 1). La valoración de la dificultad de las pruebas, aunque positiva, recibe valores inferiores, pues algunos asistentes del grupo más rápido las consideraban demasiado sencillas, mientras que los participantes de ESO, que salieron justo al límite del tiempo, opinaron lo contrario.



Fig.3.- Factores de motivación para la participación de los organizadores (N=5) en la actividad.

Resultados

Observaciones y encuestas de los participantes

La actividad generó una gran expectación y se recibieron muchas más solicitudes de reserva de las que permitía el aforo establecido.

El tiempo para resolver las pruebas y salir de la ER varió entre media hora del grupo más rápido (grupo heterogéneo que incluía una geóloga retirada y su hija) y tres cuartos de hora en el más lento (el grupo de alumnos de ESO), que salió de la sala apenas unos segundos antes de la “colisión meteorítica”.

De la observación participante se puede destacar que ni la heterogeneidad de los grupos que se formaron ni el tener que colaborar con desconocidos supuso un problema para los asistentes, pues todos trabajaron en equipo y consiguieron salir a tiempo de la sala. Los grupos, además, se mostraron colaboradores, interesados y entusiasmados por la actividad, independientemente de si eran o no aficionados a la paleontología. La excepción fue la clase de 2º de ESO, en la que algunos de los estudiantes se desentendieron de la actividad al ver a otros resolviendo las pruebas.

Veintiocho asistentes contestaron la encuesta final, incluyendo quince que no se consideraban aficionados a la paleontología. Como muestra la tabla 1, la gran mayoría

Observaciones y encuestas de los organizadores

Los resultados revelan que, para los estudiantes del máster, la planificación conjunta del tipo de pruebas del ER y el diseño de la parte asignada a cada estudiante no supusieron una gran dificultad (Tabla 2). Aspectos como la organización de las secciones planteadas o la adecuación de las explicaciones para el alumnado de secundaria mostraron un nivel de dificultad mayor. Las opiniones sobre la obtención de material o la gestión de facturas muestran una mayor disparidad por estar relacionadas con la labor específica de cada estudiante.

La explicación de los contenidos teóricos previos y posteriores al ER y la interacción con el público participante fue, por lo general, de fácil desempeño. Sin embargo, hubo una mayor disparidad en su percepción de la dificultad en los tiempos de actuación y el desarrollo de la actividad específica (Tabla 2).

La tabla 3 muestra que la satisfacción de los organizadores de la propuesta ha sido máxima a nivel de grupo, al igual que la cooperación para preparar la actividad, observándose una alta participación y entusiasmo por el proyecto que ellos mismos plantearon y afán de superación ante los retos que suponía. Los alumnos opinan que la actividad desarrollada ha sido muy fiel a su idea original y que las opiniones de todos se han tenido en cuenta. Se observa que tenían muy poca experiencia previa en acciones

Fase de la actividad	Actividad	Valoración (Número de alumnos)			
		Fácil	Relativamente difícil	Difícil	NS/NC
Antes de la Semana de la Ciencia	Diseño y planificación conjunta de las pruebas	3	2	0	0
	Organización y planificación conjunta de las secciones del ER	2	3	0	0
	Diseño de la parte individual de las que te encargabas	4	1	0	0
	Adaptación previa de las explicaciones a un nivel de secundaria	1	4	0	0
	Compra del material accesorio y gestión de facturas	2	2	1	0
Durante la Semana de la Ciencia	Explicaciones teóricas	3	2	0	0
	Trabajo/interacción con los participantes	3	1	0	1
	Tiempos de actuación	1	1	1	2
	Actividad específica de la ER	2	1	0	2

Tabla 2. Valoración de los estudiantes del máster (N=5) de la dificultad de las diferentes fases de la actividad.

divulgativas, principalmente en su propuesta y organización. A la mayoría le ha gustado más la propia actividad con público que la preparación previa. Asimismo, la mayoría se ha informado algo o bastante sobre el ámbito en el que se iba a desarrollar la actividad. En contraposición, se observa una mayor disparidad de opiniones respecto a la carga de trabajo repartida entre cada componente del grupo.

Finalmente, las razones mayoritariamente esgrimidas por el estudiantado para su involucración en este proyecto han sido el interés tanto por la ciencia como por la divulgación de esta al público, seguida de una componente motivacional de índole social y de entretenimiento (Fig. 3).

Discusión

La opinión de los participantes

El desarrollo de la actividad ha recibido críticas muy favorables de los participantes. Aunque *a priori* cabría esperar que un grupo más homogéneo como el formado por estudiantes de ESO hubiese tenido una experiencia ocio-formativa más completa que grupos más heterogéneos (edades, conocimientos previos e intereses muy variados, e incluso grupos de desconocidos), los resultados indican lo contrario. La colaboración y el entusiasmo fueron mayores en los grupos heterogéneos, lo que se notó en los

Afirmación	Valoración				
	1 (Nada/nunca)	2	3 (Algo / alguna vez)	4	5 (Mucho / bastantes veces)
Antes de esta actividad había monitorizado actividades de divulgación	1		4		
Antes de esta actividad había propuesto y organizado actividades de divulgación	2	2	1		
La actividad realizada se relaciona con los contenidos de la asignatura				3	2
Las opiniones de todos se han tenido en cuenta para implementar la actividad				2	3
Me he informado sobre actividades de la semana de la ciencia y sus formatos antes de hacer esta actividad			3	2	
La actividad resultante es similar a mi idea original				4	1
Estoy satisfecho con el proyecto presentado					5
Me ha gustado más la preparación previa que la actividad con público		3	2		
El reparto de tareas para la organización y preparación previa a la actividad ha sido equitativo		1	1	1	2
La cooperación y el compañerismo han estado presentes en todas las fases del proyecto					5

Tabla 3. Tabla de valoración por parte de los 5 estudiantes del máster de la propuesta, desarrollo y resultados de la actividad.

tiempos para superar las pruebas y salir de la ER, siendo los alumnos de ESO los que más tiempo necesitaron. Este hecho probablemente se debió a dos factores: parte de estos estudiantes eran “público cautivo” y su número fue mayor a lo deseable, duplicando el aforo medio en los ER europeos (3,98 personas según Nicholson, 2015). Esto indujo a que algunos se desentendieran de la resolución de los retos, al haber otros más interesados y ocupados con los mismos. También es posible que el alumnado siguiese los mismos roles que ya tiene en su entorno académico y ya tuvieran una predisposición a que algunos fuesen más activos que otros en el ER. En este sentido es importante destacar que si se persigue un desarrollo óptimo y que cada alumno sea partícipe activo en el ER, el profesorado debe permitir cierto grado de elección y organizarse para que su número en cada fase del ER sea menor.

Según diversos autores, el alumnado que actualmente cursa educación obligatoria es, en general, poco reflexivo, con tendencia a preferir la inmediatez a la veracidad de la información, con ciertas dificultades para seguir orientaciones de los docentes, con baja tolerancia a la frustración, e incluso con ciertas dificultades de interacción social cuando ésta no está mediada por las nuevas tecnologías (ver detalles en Castro *et al.*, 2020). En este sentido, se puede resaltar que lo observado en el ER coincide en parte con estas características (p.ej., alumnado de secundaria que se desentendió de la actividad al ver que otros resolvían las pruebas) pero, por otra parte, se contradice la buena interacción intergeneracional e incluso entre personas desconocidas que se observó en los otros grupos. Por tanto, es posible que en actividades gamificadas que incluyan a participantes de diferentes edades y conocimientos se pueda inducir un ambiente colaborativo en el que algunas de las actitudes negativas antes señaladas se puedan aminorar, reforzando las dimensiones sociales y cívicas. Así, probablemente el hecho de que existiesen actividades de diferente grado de dificultad facilitaba la integración de todos los participantes, y permitía que los de menor edad realizasen actividades más sencillas (búsqueda de objetos) mientras que los mayores resolvían problemas más complejos (p. ej., obtención de coordenadas en un mapa geológico), aspectos que luego eran compartidos entre todos los participantes propiciando un ambiente colaborativo, en el que todos los participantes podían aprender de los demás.

Las mejores valoraciones han sido para el entretenimiento de las pruebas, pero también el resto de aspectos han sido muy valorados lo que indica un buen planteamiento del ER por parte del alumnado organizador. Además, la percepción de los propios participantes respecto al conocimiento adquirido con el ER sugiere que ésta cumple con su función formativa. La limitada muestra de asistentes y la ausencia de un cuestionario de conocimientos previos impiden realizar un análisis detallado del aprendizaje, lo que, en todo caso, no era un objetivo del presente estudio.

La actividad según los organizadores

El ER implementado por el estudiantado del máster resultó ser una excelente forma de poner en práctica algunos

conocimientos adquiridos en el aula. Los resultados indican un alto grado de satisfacción y poca dificultad para la implementación de la actividad. Según Salmerón y Gutierrez-Brajos (2012), los entornos de aprendizaje deben propiciar un aprendizaje activo y colaborativo, de modo que los alumnos sean más capaces de resolver problemas y colaborar en el desarrollo social de sus entornos. En este sentido, se considera que se han cumplido los objetivos planteados como actividad en el máster y se han trabajado muchas de las competencias generales y transversales de la asignatura desde la que se propuso esta acción (<https://www.ucm.es/estudios/2020-21/master-paleontologia-plan-608949>). Se puede observar que el estudiantado ha desarrollado su capacidad de organización y planificación para poder realizar la propuesta (CT5), incidiendo especialmente en la toma de decisiones (CT6) y en la forma de aplicar los conocimientos teóricos en la práctica (CT9). También ha tenido que comunicar eficazmente sus propuestas, tanto de forma escrita en la ficha de petición para participar en la SCIM18, como oral durante el desarrollo de la actividad (CT7). Han tenido que trabajar tanto individualmente, como en equipos (CT8) y adaptarse a nuevas situaciones (CT12). Por último, acorde con las Competencias Específicas del Máster, el desarrollo de un ER cumple plenamente con el diseño de nuevos modelos de difusión y divulgación de la Paleontología (CE16).

En lo referente al grado de implicación y las razones que llevaron a estos estudiantes a realizar la actividad se pone de manifiesto que, a pesar de que la mayoría no había realizado actividades divulgativas de forma frecuente, se sintieron satisfechos con la experiencia y se interesaron por la divulgación de la ciencia. La mayor disparidad de percepciones sobre la equitatividad de las tareas suele ser común en este tipo de actividades pero debe ser un punto de reflexión para futuras propuestas. El hecho de que la mayoría esgriman el interés por la ciencia y su divulgación como motivaciones para su involucración en este proyecto, es en cierta medida esperable, al ser alumnado de un máster en ciencias y haber elegido voluntariamente realizar esta actividad de divulgación.

Conclusiones

El ER paleontológico presentado en este trabajo supone un nuevo método efectivo de difusión de esta ciencia a la sociedad. Los organizadores (alumnado de máster) han tenido que poner en práctica conocimientos teóricos y competencias difícilmente asimilables en un aula convencional. Los resultados indican que se han cumplido los objetivos de aprendizaje marcados por el profesorado de la asignatura, y que la propuesta e implementación de la actividad han mejorado las posibilidades de aprendizaje autónomo del alumnado. Además, este tipo de actividades pueden suponer una ampliación de las salidas laborales para el estudiantado recientemente egresado y que puede hacer de la divulgación científica una salida laboral. Más aún cuando en la actualidad son muy requeridas actividades de gamificación en las que grupos de amigos o familiares puedan participar y compartir su tiempo de

ocio, y hay algunas empresas y autónomos que se están especializando en la oferta de actividades para este tipo de público.

Aunque la actividad no se desarrollase en un contexto de educación formal, permitió al público participante desarrollar habilidades como el trabajo cooperativo, planificando la dinámica y reparto de tareas durante el ER y poniendo en común conocimientos, interpretaciones y opiniones. Además, pusieron en práctica procedimientos y actitudes científicas. La actividad generó gran interés y la mayoría de los participantes la recomendaría. De este modo, se ha revelado como una actividad novedosa y hasta ahora poco explorada en el campo de la Paleontología, con un gran potencial para la divulgación y capacidad para interesar a un público muy heterogéneo. Probablemente, las interacciones personales vividas durante esta experiencia sean interesantes para futuros estudios de mayor detalle que valoren si pueden reforzar actitudes cívicas, de compañerismo o de gestión de emociones entre alumnado de educación obligatoria. Además será interesante valorar en qué grado aumentan la asimilación de conceptos. Queda patente que los ER son un buen reclamo para atraer un público que, en otras condiciones, tal vez no participaría en actividades científicas. La incorporación de explicaciones previas y posteriores al ER ha dado buenos resultados, pese a no ser lo habitual. Se considera una buena herramienta formativa-divulgadora para asistentes sin conocimientos previos proporcionando una idea general de los principales hitos de la historia de la Tierra y de la vida, elementos esenciales para que un ciudadano pueda considerarse como alfabetizado en ciencias de la Tierra. Como puntos a mejorar se pueden considerar la reducción de contenidos para facilitar su asimilación por personas sin ninguna formación previa, y más mecanismos para mantener al público atento y activo durante las pruebas.

Agradecimientos y financiación

Nuestros más sinceros agradecimientos a la Facultad de Ciencias Geológicas de la UCM por la cesión del espacio necesario para realizar la actividad, así como al Área de Paleontología de la UCM el préstamo de materiales paleontológicos. Agradecer también a todos los participantes que asistieron a la actividad; a nuestros compañeros del Máster Interuniversitario en Paleontología Avanzada por sus aportaciones a la idea original; a Sara Alarcón, Judith Corbalán y Alba Carvajal por su ayuda para elaborar carteles y decoración para las salas, a Daniel Pérez Martín por su apoyo durante el taller y a los compañeros y amigos que nos ayudaron a ensayar las pruebas y adecuar el tiempo del ER. Gracias también a la Dra. Silvia Blanco por sus comentarios sobre una primera revisión del texto. Este estudio ha sido financiado por la Fundación madri+d y por el proyecto Geodivulgar: Geología y Sociedad, INNOVA-DOCENCIA nº-55 2018/2019 (UCM, <https://www.ucm.es/geodivulgar/>). Los autores agradecen las sugerencias y comentarios de los revisores David Brusi y Soledad Domingo que han permitido mejorar la calidad final del manuscrito.

Contribución de autores

Todos los autores han intervenido en la fase de planteamiento y ejecución de las actividades divulgativas del ER. El manuscrito ha sido elaborado en primera instancia por Isabel Rodríguez-Castro y completado y corregido en varias revisiones por el resto de autores, con la supervisión de Alejandra García-Frank y Omid Fesharaki; la metodología ha sido en la fase inicial propuesta por Alejandra García-Frank y posteriormente completada con aportaciones del resto de autores; la contextualización educativa ha sido realizada por Omid Fesharaki y revisada por el resto de firmantes; los datos referentes a las encuestas al público han sido obtenidos por Isabel Rodríguez-Castro, Miguel Ángel Cervilla-Muros, Íñigo Vitón, Javier Salas-Herrera y Abel Acedo; los datos referentes a las encuestas a los alumnos organizadores han sido obtenidos por Alejandra García-Frank; las figuras y tablas han sido elaboradas con implicación de todos los autores; el análisis y la interpretación de los datos han sido realizados por todos los autores; el manuscrito ha sido varias veces revisado por los coordinadores del trabajo, los doctores Alejandra García-Frank y Omid Fesharaki, y la versión final por todos los autores; Isabel Rodríguez-Castro y Omid Fesharaki han realizado los cambios sugeridos por los revisores y el resto de firmantes han revisado la versión definitiva; la financiación ha sido obtenida por Alejandra García-Frank como responsable principal del proyecto Geodivulgar y de todos los autores como organizadores de la actividad financiada por la Fundación madri+d para su desarrollo durante la XVIII Semana de la Ciencia de Madrid.

Referencias

- Acedo, A., Fesharaki, O., García-Frank, A., 2020. Análisis comparativo de menciones al patrimonio paleontológico y otros tipos de patrimonio en los currículos de Educación Secundaria en España (periodo 1970-2020). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 33(2): 41-62.
- Álvarez-Arregui, E., 2019. Evolución de la Universidad en la sociedad del aprendizaje y la enseñanza. El valor de las competencias en el desarrollo profesional y personal. *Aula Abierta*, 48(4): 349-372.
- Pedrinaci, E., Berjillos, P., 1994. El concepto de tiempo geológico: orientaciones para su tratamiento en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2(1): 240-251.
- Brusi, D., Cornellà, P., 2020. Escape rooms y Breakouts en Geología. La experiencia de "Terra sísmica". *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 28(1): 74-88.
- Castro, A., Patera, S., Fernández, D., 2020. ¿Cómo aprenden las generaciones Z y Alpha desde la perspectiva docente? Implicaciones para desarrollar la competencia aprender a aprender. *Aula Abierta*, 49(3): 279-285.
- Clarke, S., Peel, D., Arnab, S., Morini, L., Keegan, H., Wood, O., 2017. EscapED: A framework for creating educational escape rooms and interactive games for higher/further education. *International Journal of Serious Games*, 4(3): 73-86.
- Cornellà, P., Estebanell, M., Brusi, D., 2020. Gamificación y aprendizaje basado en juegos. Consideraciones generales y algunos ejemplos para la enseñanza de la Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 28(1): 5-19.

- España-Ramos, E., Rueda, J.A., Blanco, A., 2013. Juegos de rol sobre el calentamiento global. Actividades de enseñanza realizadas por estudiantes de ciencias del Máster en Profesorado de Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10: 763-779.
- Fernández-Oliveras, A., Molina, V., Oliveras, M.L., 2016. Estudio de una propuesta lúdica para la educación científica y matemática en infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2): 373-383.
- Fesharaki, O., Taboada-Trujols, I., Sánchez-Pastor, N., 2019. Biominerales del cuerpo humano: propuesta interdisciplinar para la Biología y Geología de Bachillerato. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 32(1): 63-76.
- García-Frank, A., Fesharaki, O., Rodrigo, A., 2019. Innovación en la Divulgación de la Geología: propuestas inclusivas hechas por estudiantes para estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 27(1): 116-118.
- Gómez-Ferri, J., Cózar Escalante, J.M., Llopis-Goig, R., 2014. La comunicación pública de ámbitos científicos y tecnológicos emergentes. Problemas y retos en el caso de la nanotecnología. *Arbor*, 190(766): a123.
- Hunicke, R., LeBlanc, M., Zubek, R., 2004. MDA: A formal approach to game design and game research. *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI – Technical Report 1*.
- Martindale, R.C., Weiss, A.M., 2020. “Taphonomy: Dead and fossilized”: A new board game designed to teach college undergraduate students about the process of fossilization. *Journal of Geoscience Education*, 68(3): 265-285.
- Merchán, G., 2017. The Gate School Escape Room: An educational proposal. Trabajo fin de Máster, Univ. de Valladolid. Disponible en: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/25355>.
- Millan, D.M., 2018. Educação Intercultural em Museus: Contribuições na área da investigação e da intervenção Socioeducativa. Trabajo fin de Máster, Univ. de Coimbra (Portugal).
- Miller, J., 1983. Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Daedalus*, 112(2): 29-48.
- Monaghan, R., Nicholson, S., 2017. Bringing Escape Room concepts to pathophysiology case studies. *Journal of the Human Anatomy and Physiology Society*, 21(2): 49-65.
- Nicholson, S., 2015. *Peeking behind the locked door: A survey of escape room facilities*. White Paper. Disponible en: <https://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf> (04/08/2021).
- Pascual Trillo, J.A., 2017. Necesitamos la Geología también en Bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 25(3): 274-284.
- Pedrinaci, E., Alcalde, S., Alfaro, P., Almodóvar, G., Barrera, J.L., Belmonte, A., Brusi, D., Calonge, A., Cardona, V., Crespo-Blanc, A., Feixas, J., Fernández-Martínez, E., González-Diez, A., Jiménez-Millán, J., Quintanilla, L., Rábano, I., Rebollo, L., Rodrigo, A., Roquero, E., 2013. Alfabetización en Ciencias de la Tierra. *Enseñanzas de las Ciencias de la Tierra*, 21(2): 117-129.
- Pérez-Pérez, C., García-García, F.J., Vázquez, V., García, E., Riquelme Soto, V., 2020. La competencia “aprender a aprender” en los grados universitarios. *Aula Abierta*, 49(3): 309-315.
- PIMCD-UCM nº 224-2016/17. “Etnobotánica ‘apprehendere et iocari’”. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/48346/1/Memoria%202016-17.pdf> (04/08/2021).
- Rodríguez-Oroz, D., Gómez-Espina, R., Bravo, M.J., Truyol, M.E., 2019. Aprendizaje basado en un proyecto de gamificación: vinculando la educación universitaria con la divulgación de la geomorfología en Chile. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(2): 2202, 1-13.
- Salas-Herrera, J., Rodríguez-Castro, I., Cervilla-Muros, M., Vitón, I., Acedo, A., García-Frank, A., Fesharaki, O., 2019. Aplicaciones de las Escape Rooms en la difusión de la paleontología: consideraciones iniciales. *Zubía*, 31: 139-144.
- Salmerón, H., Gutierrez-Braojos, C., 2012. La competencia de aprender a aprender y el aprendizaje autorregulado. Posicionamientos teóricos. *Revista de Curriculum y Formación del Profesorado*, 6(1): 5-13.
- Sánchez-Lamas, P., 2018. Escape Rooms educativas: ejemplo práctico y guía para su diseño. Trabajo fin de Máster, Univ. Oberta de Catalunya. Disponible en: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/76505> (04/08/2021).
- Santos Rego, M.A., Sotelino Losada, A., Lorenzo, M.M., 2015. *Aprendizaje-Servicio y misión cívica de la universidad: una propuesta de desarrollo*. Octaedro, Barcelona, 134 p.
- Sanz-Pérez, D., Cambroner, I., García-Cobena, J., García Peco, V., Nebreda, S., Ozkaya, S., Fesharaki, O., García-Frank, A., 2020. “Evolutionary”: divulgación y enseñanza de la paleontología mediante la gamificación. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 28(1): 125-136.
- Smith, D., 2021. Educating future scientists towards post-patrimonial governance. *Cultural Studies of Science Education*, 16: 173-192.
- Stilgoe, J., Lock, S., Wilsdon, J., 2014. Why should we promote public engagement with science?. *Public Understanding of Science*, 23(1): 4-15.

MANUSCRITO RECIBIDO EL: 25-03-2021

RECIBIDA LA REVISIÓN EL: 25-07-2021

ACEPTADO EL MANUSCRITO REVISADO EL: 10-08-2021