

Geoyincana Alicante: pruebas de destreza e ingenio al aire libre para el aprendizaje de la Geología

Geogymkhana Alicante: ingenuity games and outdoor skill for learning Geology

JAIME CUEVAS¹, DAVINIA DÍEZ-CANSECO¹, PEDRO ALFARO¹, SERGIO ROSA-CINTAS², JOSÉ MIGUEL ANDREU¹, JOSÉ FRANCISCO BAEZA¹, DAVID BENAVENTE¹, JUAN CARLOS CAÑAVERAS¹, HUGO CORBÍ¹, JOSÉ DELGADO¹, ALICE GIANNETTI¹, IVÁN MARTÍN ROJAS¹, IVÁN MEDINA CASCALES¹ Y JUAN PERAL¹

¹ Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante. 03069 San Vicente del Raspeig (Alicante). Email: jaime.cuevas@ua.es

² Departamento de Didáctica General y Didácticas Específicas, Facultad de Educación, Universidad de Alicante. 03069 San Vicente del Raspeig (Alicante).

Resumen La Geoyincana Alicante es una actividad que se realiza anualmente desde el año 2012 en la que han participado casi 10.000 estudiantes de 4^º de la ESO y 1^º de Bachillerato. Se desarrolla en un itinerario de algo más de 2 km en el que se alternan paradas con explicaciones directas y pruebas de destreza e ingenio al aire libre. En este trabajo se analizan las siete actividades en las que el aprendizaje se basa en juegos: la carrera del Tiempo Geológico, superposición estratigráfica humana, pictionary geológico, en busca de fósiles, geoselfi geomorfológico, geomimic e historia geológica: el enigma final. La actividad alcanza cada año su objetivo principal que es acercar la Geología a estudiantes y profesorado de una forma atractiva, utilizando las actividades de campo como recurso principal. La evaluación realizada al alumnado y profesorado muestra la valoración positiva de las pruebas basadas en juegos y su idoneidad para comprender mejor los conceptos de geología. A pesar de su carácter extracurricular, la actividad favorece la consecución de objetivos del currículo oficial, ya que favorece la participación activa, el trabajo en equipo, el conocimiento sobre la geología local, la motivación por la ciencia y, en general, el interés por el estudio de la Geología.

Palabras clave: Actividades de campo, Alicante, aprendizaje basado en juegos, enseñanza secundaria, yincana geológica.

Abstract *The Geogymkhana-Alicante is a game-based learning activity carried out annually since 2012. During these years around 10,000 students of secondary school (fourth year of the Compulsory Secondary Education and the first year of Bachillerato) have attended Geogymkhana-Alicante. It consists of a 2 km-long walking trip that combines direct explanations and outdoor skill and ingenuity games. In this paper, we analyse seven of the game-based learning activities of Geogymkhana-Alicante: the geological time race, the human stratigraphic superposition, geological Pictionary, find fossils, the geomorphological geoselfie, geomimic, and geological history: Final Enigma. Each year, these games achieved their main goal: to bring geology to students and teachers in an attractive way using field activities as main resource. We performed a quantitative survey to students and teachers. This survey showed a positive approval of the game-based learning field activities, and their suitability to better understand geological concepts. Despite its extracurricular nature, the activity helps to achieve several objectives of the official curriculum, as it favours the understanding of geological concepts, the knowledge of local geology, teamwork, active participation, and motivation for Geology and Science in a broad way.*

Keywords: *field activities, Alicante, game-based learning, secondary education, geological gymkhana.*

INTRODUCCIÓN

Las actividades de campo se han mostrado como una herramienta de aprendizaje fundamental para la enseñanza de la Geología en todos los niveles educativos, desde la ESO y el Bachillerato hasta la universidad. Con ellas se pueden desarrollar de manera interrelacionada, los conocimientos, las habilidades y las actitudes necesarias para enfrentarse al estudio de objetos, fenómenos y problemas reales en el medio natural (Brusi *et al.*, 2011). Además, las salidas de campo posibilitan un aprendizaje más atractivo y dinámico de la Geología, alejado de la rigidez de las aulas. Esto también se pone de manifiesto en iniciativas dirigidas al público general como 'The Day of Geosites' en Alemania (Lagally *et al.*, 2015) o el Geolodía en España (Crespo-Blanc *et al.*, 2016), que son una muestra del enorme interés que despiertan las actividades geológicas al aire libre. Incluso cuando no es posible realizar estas salidas al campo de manera presencial, por problemas de tiempo y financiación, la incorporación de las TIC permite la creación de entornos virtuales para la ludificación de los trabajos de campo. Por ejemplo, mediante una aplicación web de mapas virtuales (Sánchez *et al.*, 2015), o por medio de excursiones virtuales para dispositivos móviles inteligentes, donde los estudiantes pueden moverse por el campus universitario como si lo hicieran por el Gran Cañón del Colorado y otros lugares de interés geológico mundial (Bursztyn *et al.*, 2015).

Una forma atractiva de favorecer el aprendizaje de la Geología en las actividades de campo es darles un formato competitivo por medio del Aprendizaje Basado en Juegos 'ABJ' y/o la gamificación (Kara-giorgas y Niemann, 2017). En este sentido, muchos autores organizan sus actividades a modo de yincana, con el objetivo de que su alumnado aprenda a trabajar de manera grupal y activa en la resolución de problemas y en la toma de decisiones, fomentando a su vez la valoración del patrimonio geológico (Rodríguez-Pérez *et al.*, 2014). Algunos ejemplos son las propuestas de Calonge y Greco (2011) y Castro *et al.* (2015) que llevan a cabo la Olimpiada Internacional de Ciencias de la Tierra y la Olimpiada Brasileña de Geociencia, respectivamente, o Rodríguez-Pérez *et al.* (2014) y Fuertes-Gutiérrez *et al.* (2016), quienes desarrollan sus actividades en los entornos urbanos de Madrid y Ponferrada. López-Gordo y Llorente-Parrado (2020) han diseñado una yincana enfocada a fomentar el turismo histórico rural en la provincia de Guadalajara.

Con este mismo espíritu, el Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente de la Universidad de Alicante organizó por primera vez en el año 2012 la actividad extracurricular Geoyincana-Alicante, para animar al alumnado y al profesorado de secundaria a realizar actividades de campo. Dicha actividad consiste en un itinerario de campo con alternancia de paradas explicativas y juegos didácticos. Puesto que el formato resultó ser todo un éxito, se ha ido repitiendo de año en año hasta la actualidad, con una participación de casi 1000 estudiantes de ESO y Bachillerato de casi 100 centros de la provincia de Alicante. En las últimas 4 ediciones el ABJ y la gamificación han ganado peso

específico en el diseño de esta Geoyincana, propiciando la adaptación de juegos clásicos a la enseñanza de la Geología, como el Geomimic o el Pictionary geológico, y la implementación de un sistema de puntuación global para valorar el desempeño de los diferentes equipos de estudiantes que realizan la actividad. De esta manera, se establece una clasificación general para cada uno de los centros participantes, con un premio simbólico para el equipo ganador (Fig. 1).

Esta actividad ha sido descrita en algunos trabajos previos haciendo hincapié en aspectos como la divulgación (Alfaro *et al.*, 2015), la geología en entornos urbanos (Fuertes *et al.*, 2016) o el patrimonio geológico (Cuevas-González *et al.*, 2020). Una descripción completa del formato de la actividad se puede consultar en Cuevas-González *et al.* (2018).

El presente artículo se centra, específicamente, en las actividades basadas en juegos. En él se explican las características esenciales y los objetivos de aprendizaje de la Geoyincana de Alicante. Seguidamente, detallamos las paradas que componen la actividad, exceptuando las explicativas, así como el sistema de puntuación diseñado para su evaluación. De esta manera, proporcionamos la información y las herramientas necesarias para que cualquier docente interesado pueda implementar en su centro educativo la actividad Geoyincana, tanto de manera parcial, como en su conjunto, si así lo desea.

DISEÑO DE GEOYINCANA ALICANTE

Para recibir gran cantidad de estudiantes (algo más de 1000 cada año) con la mayor calidad posible, la actividad se repite en dos jornadas. Aun así, en los últimos años se ha sobrepasado la capacidad de poder atender dicha demanda, por lo que se ha tenido que generar una lista de espera para el año siguiente. Por ejemplo, un dato significativo que se ha producido este año ha sido que por primera vez la inscripción se ha realizado a través de un formulario online y en los primeros cinco minutos se habían completado las 1000 plazas disponibles. La lista de espera ha sido de otros 1000 estudiantes, que podrán realizar la actividad el próximo curso.

Fig. 1. El premio para el equipo ganador de cada centro (o de cada turno) es la realización de una fotografía con el trofeo de la Geoyincana. Posteriormente, se realiza otra fotografía con todos los estudiantes participantes y con el profesorado.



Fig. 2. A. Ortoimagen de la playa de San Juan y el cabo de la Huerta con el itinerario. B. Panorámica aérea del cabo de la Huerta y de la playa de San Juan (a la derecha), donde se han ubicado exclusivamente las paradas basadas en juegos al aire libre.



Los recursos humanos que se movilizan esos días son de más de 50 monitores entre docentes (alrededor de 15), estudiantes del Grado en Geología (cerca de 40) y técnicos del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Alicante.

La Geoyincana Alicante se desarrolla con un formato de “itinerario geológico” en la playa de San Juan y el cabo de la Huerta (Alicante), de algo más de 2 km de longitud (Fig. 2) (Alfaro *et al.*, 2004). Además de su valor pedagógico, su planificación tuvo en cuenta otros aspectos como su patrimonio geológico, la accesibilidad y el valor paisajístico. Dado que el principal objetivo es tratar de despertar la curiosidad de los estudiantes por la Geología, en el itinerario se alternan diferentes estrategias educativas como explicaciones directas, pequeños talleres prácticos y diversos juegos cooperativos y compe-

titivos, dando lugar a una secuencia de actividades amena y atractiva para los estudiantes (Alfaro *et al.*, 2015). Una descripción detallada de la totalidad de las actividades y cómo se llevan a cabo se puede encontrar en Cuevas-González *et al.* (2018) y Cuevas-González *et al.* (2020).

Los participantes son convocados en once turnos de 15 minutos entre las 8:30 (primer turno) y las 11:00 (último turno). El número de participantes medio en cada turno es de unas 50 personas. En el punto de encuentro los estudiantes de cada centro de secundaria reciben un cuaderno con la guía que describe el itinerario, los contenidos y todas las tareas a realizar en cada parada (Fig. 3). Para las paradas explicativas se dividen en dos conjuntos (“Prebéticos” y “Subbéticos”), y para las paradas basadas en juegos al aire libre se dividen en equi-

Fig. 6. En las paradas explicativas los participantes se dividen en dos o tres grupos para que las explicaciones se realicen a un número máximo de entre 20 y 25 personas. B. En estas paradas se utilizan recursos para hacerlas lo más atractivas posible. En la parada 1 se entregan botes de la arena original de la playa de San Juan que los participantes comparan con la actual que está regenerada. C. En la parada de la falla se utilizan unas flechas de más de un metro de longitud para que los participantes indiquen el sentido de desplazamiento de los bloques de falla.



En las últimas ediciones los monitores han utilizado “churros de natación” para dificultar el avance de los participantes. El segundo obstáculo consiste en el lanzamiento por parte de algunos monitores, de unas bolsas de plástico rellenas de poliespán. Esto se produce en el tránsito entre la Era Mesozoica y la Era Cenozoica, introduciendo la famosa extinción del Cretácico-Terciario. Las bolsas que impactan con los corredores simbolizan al meteorito causante de la extinción.

Además, cada equipo traslada un vaso de plástico lleno de agua de un litro de capacidad, que hace de testigo o estafeta, en el que el agua que contiene el recipiente simboliza la información de tipo geológico-paleontológico que nos encontramos en el registro geológico. Como es de esperar, con los avatares de la carrera se va derramando el agua durante el recorrido de la misma.

Una vez finalizada la carrera, cada estudiante recibe una escala del tiempo. Los participantes se dividen en dos grupos para recapitular y reflexionar sobre la actividad que acaban de realizar. Es en este momento, guiados por monitores de la Geoyincana, cuando se les explica en qué ha consistido la acti-

vidad y qué simboliza la carrera desde el punto de vista geológico.

Los objetivos de aprendizaje de la actividad son los siguientes:

1º ¿Qué se entiende por Tiempo Geológico?

Deben entender que la carrera simboliza la historia de nuestro planeta. Una historia de 4550 millones de años concentrada en los 225 m recorridos, así que cada metro recorrido corresponde a 20 millones años. Así pues, la Tierra es increíblemente antigua si la comparamos con la historia de la humanidad, pero también si se la compara con la edad de las rocas más antiguas del propio cabo de la Huerta (de entre 8 y 10 millones de años).

Para una mejor comprensión, en la parte trasera de la escala que se le entrega a cada participante, aparece la clásica comparativa entre el tiempo transcurrido desde la formación de la Tierra hasta la actualidad con la duración de un año natural. Se les insiste en algunos de los grandes eventos ocurridos en la historia de nuestro planeta como, por ejemplo, la aparición del género *Homo* al que pertenece nuestra especie (*homo sapiens*) corresponde a las 22:00 h del 31 de diciembre.

Fig. 7. Esquema de la actividad “Carrera del Tiempo Geológico” en la que se puede comprobar la distribución irregular de los relevos. Se indican las características de los cinco relevos de la carrera del Tiempo Geológico. Las distancias que tienen que recorrer son aproximadas.

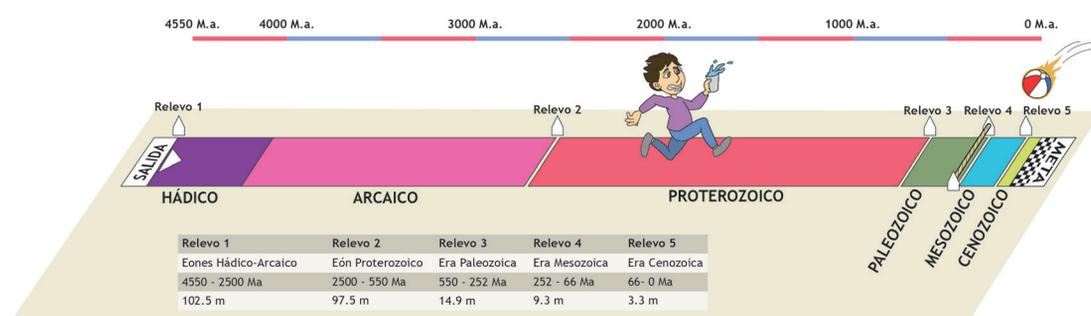




Fig. 8. Fotografías de la carrera del Tiempo Geológico. A. En las últimas ediciones el relevo es un vaso de 1 litro lleno de agua. B. Fotografía de uno de los relevos. C. En alguna de las grandes extinciones los monitores dificultan el avance de los participantes. D. Después de la carrera se hace una valoración de la carrera y su relación con la tabla cronoestratigráfica internacional.

2º ¿Son homogéneos los intervalos de la escala del Tiempo Geológico?

Se explica a los participantes que lo que nos permite realizar las divisiones y subdivisiones que aparecen en los últimos 550 millones de años de la escala del Tiempo Geológico, es la información de carácter geológico-paleontológico contenida en las rocas. Por tanto, es la falta de este tipo de información la que apenas nos permite realizar divisiones en la escala en los primeros 4000 millones de años de su historia.

3º ¿Qué son las extinciones masivas y qué consecuencias tuvieron para la vida en el planeta?

Aprovechando los obstáculos introducidos en la carrera, se introduce el concepto de “extinción masiva”, explicando que son un total de 5 las grandes extinciones sufridas durante la historia del planeta. Se detallan las dos últimas, Pérmico-Triásico y Cretácico-Terciario, ya que son las más conocidas.

Superposición estratigráfica humana

La actividad del principio de superposición humano es una de las actividades de juego-aprendizaje que se realiza desde la primera edición de Geoyincana. Se trata de una prueba con gran aceptación entre los participantes debido a su sencillez y al elevado grado de diversión que ofrece.

El objetivo de esta actividad consiste en construir varias columnas estratigráficas con los propios participantes sobre la arena de la playa. Con esta actividad se trabajan algunos conceptos estratigráficos como los de horizontalidad, estratificación y superposición, de forma que los alumnos pueden experimentar personalmente estos conceptos, así como algunos otros complementarios como el de carga litostática.

La actividad se inicia para el conjunto de los participantes con una breve explicación de los objetivos que se persiguen, una pequeña introducción de los conceptos estratigráficos que se pretenden experimentar y la forma de realizar la prueba. Tras ello, los estudiantes se agrupan en pequeños equipos conformados por 5 personas como máximo, que tendrán que realizar una columna estratigráfica humana. Cada equipo formará una fila en la que los participantes se dispondrán de forma ordenada por edades, de manera que el primero será el de mayor edad (estrato o formación más antigua) y el último el más joven (estrato o formación más moderna). A continuación, a cada estudiante se le asigna una edad geológica en función de sus edades (p.e. Triásico, Jurásico, Cretácico, ...), y, por último, se les pide que se apilen en el suelo de forma ordenada formando la columna estratigráfica (Fig. 9A y B). Para ello, el participante de mayor edad se tumbará sobre una esterilla dispuesta sobre la arena de la playa. Sobre él se dispondrá el siguiente en edad, y así de forma continuada hasta el más joven, que representa el terreno más moderno. Una vez apilados cumpliendo los criterios estratigráficos, se desharán estas columnas y de nuevo se reagruparán todos los participantes de la actividad en un solo grupo. Todos juntos ahora, se analizan y se reflexiona sobre los principios de horizontalidad, estratificación y superposición.

Esta actividad, basada en dinámica de grupo, suele ser muy divertida debido a la dificultad que entraña mantenerse apilados uno encima de otros. Frecuentemente, se producen derrumbes que requieren el comienzo de la ordenación. Además, algunas veces los profesores que acompañan a los estudiantes participan activamente, de forma que al tener mayor edad se sitúan en la base de la columna estratigráfica soportando todo el peso de la

Fig. 9. A y B. Fotografías de la actividad “Superposición estratigráfica humana”. C. Pictionary geológico. D. Geomimic.



misma. Con esta actividad los estudiantes experimentan directamente los principios básicos de la estratificación al actuar como estratos o formaciones geológicas. Durante la misma, soportan el peso del apilamiento (carga litostática) de forma que también pueden entender la presión a la que se ven sometidos los materiales y relacionarla con la pérdida de volumen que experimentan durante la diagénesis, en su transformación de sedimento a roca, aspectos tratados de forma teórica en la anterior parada. Después de esta vivencia, los estudiantes podrán trabajar con una serie estratigráfica real en la parada 6 (parada explicativa) (ver detalles en Cuevas-González *et al.*, 2018).

Pictionary geológico

En la última edición de 2020 se ha añadido una nueva actividad basada en el popular juego de Pictionary. Se agrupan los participantes en dos conjuntos y cada equipo elige un dibujante que dispone de una pizarra blanca y un rotulador no permanente.

Los monitores muestran de forma simultánea a los dos dibujantes la misma palabra o término geológico, y a continuación se da la orden para que comiencen a dibujar. Al igual que ocurre en el juego de Pictionary, el equipo que adivina antes la palabra gana la ronda. Se hacen varias rondas, y en cada una de ellas se anima a que participen diferentes dibujantes. En esta primera edición, algunos de los términos utilizados han sido: falla, subducción, placa tectónica, dorsal oceánica, mineral, punto caliente, tsunami, extinción de los dinosaurios o fósil (Fig. 9C).

Al igual que ocurrió con la actividad Geomimic, que se describirá más adelante, la actividad ha tenido un gran éxito entre los participantes por el hecho de competir en dos grandes conjuntos, lo que estimula el trabajo en equipo. El potencial didáctico de esta actividad es limitado, y junto al Geomimic, tienen un objetivo principalmente lúdico.

En busca de los fósiles del Cabo

Esta actividad se fundamenta en principios básicos en Geología y Paleontología, como el principio de sucesión faunística y los principios de correlación y superposición. Los participantes deben identificar los principales grupos de fósiles que conforman diferentes asociaciones con distinto significado bioestratigráfico y ambiental. Con esta actividad se pretende fomentar destrezas procedimentales y actitudinales como el trabajo grupal, la agudeza perceptual y la resolución de problemas tras la asimilación de conceptos.

Tras una breve explicación de la importancia de los fósiles como método de datación relativa, incidiendo en el concepto de fósil guía en las asociaciones que aparecen exclusivamente en cada uno de los materiales del cabo de la Huerta, se explica también su utilidad como indicadores paleoambientales (Fig. 10A). Tanto los conceptos metodológicos, como la introducción al reconocimiento de los principales caracteres diagnósticos de los distintos fósiles a encontrar, se exponen en grupos de hasta 25 alumnos por monitor.

Tras incidir en los principales rasgos a destacar para su reconocimiento, el monitor utiliza pequeños paneles con las fotos de los fósiles. Los grupos de 25 se dividen en subgrupos de hasta 5 participantes, cada uno de los cuales está guiado por un monitor. A cada subgrupo se le asigna un color identificativo que se corresponde con un juego de tarjetas plastificadas con los nombres de los distintos grupos fósiles. Los principales fósiles a encontrar, que van rotulados en las etiquetas son, en este caso, equínidos irregulares, pistas fósiles, bivalvos, gasterópodos, algas rojas, verméticos y corales. Como indicación, se sugiere al grupo que en los materiales de plataforma somera del Mioceno Superior (Tortoniense) únicamente se podrán encontrar un determinado tipo de fósiles y no otros (equínidos y bio-

turbaciones en este caso), mientras que en la “playa colgada”, de edad Tirreniense (aproximadamente 130000 años), procedemos a hallar el resto, con mayor diversidad y abundancia. Así se incide en el valor bioestratigráfico de cada asociación particular y en su significado ambiental, al depender de la distinta consolidación del sustrato, batimetría, luminosidad, etc.

Con los mencionados juegos de tarjetas se realiza, por tanto, una prueba competitiva, en la que cada equipo debe identificar de forma correcta y en el menor tiempo posible un mínimo de cinco fósiles distintos (Fig. 10 B y C). Los monitores guían en todo momento al alumnado durante su identificación. Los subgrupos se distribuyen entre los afloramientos cercanos siempre teniendo en cuenta el punto de encuentro como referencia. Los miembros del equipo van ubicando las tarjetas encima del fósil correspondiente, sin extraerlo, para que el monitor pueda verificar su correcto reconocimiento. El tiempo estimado para esta actividad es de unos cinco minutos de juego tras las explicaciones previas. Tras la finalización del primer subgrupo, al cual se le otorga

la mayor puntuación, la actividad perdura hasta que todos los grupos tengan la posibilidad de encontrar los fósiles y resolver las dudas con los monitores de la parada.

El diseño de tarjetas con la nomenclatura de cada uno de los grupos fósiles permite concienciar al alumnado en la importancia de preservar el patrimonio paleontológico, enseñando a reconocer los fósiles sin necesidad de extraerlos y de la importancia de estudiar los fósiles en el contexto en el que se depositaron, sin provocar así un sesgo en la información que nos aportan.

Geoselfi geomorfológico

Esta parada se ubica en el cabo de la Huerta ya que es un emplazamiento adecuado para el estudio del paisaje geomorfológico litoral. Se trata de una actividad de carácter competitivo basada en buscar e identificar formas de meteorización en el medio litoral.

El modo en que se muestran las fotografías de las alteraciones a los monitores se adapta a los grupos de estudiantes. En el año 2014 incorporamos el



Fig. 10. Fotografías de las actividades “En busca de los fósiles del Cabo” e “Historia geológica: el enigma final”. A. En la actividad “En busca de fósiles” los monitores hacen una introducción al contenido paleontológico de las calcarenitas del Mioceno Superior y de las playas tirrenienses. B. Los monitores ayudan en la búsqueda de algunos fósiles. C. Tarjetas con los nombres de los fósiles que los participantes deben colocar sobre los ejemplares encontrados (se señalan con dos flechas amarillas). D. Participantes colocando con pinzas las tarjetas en la cuerda de diez metros, en la actividad “Historia geológica”. E. Los monitores resuelven las dudas de los participantes y hacen un debate final.

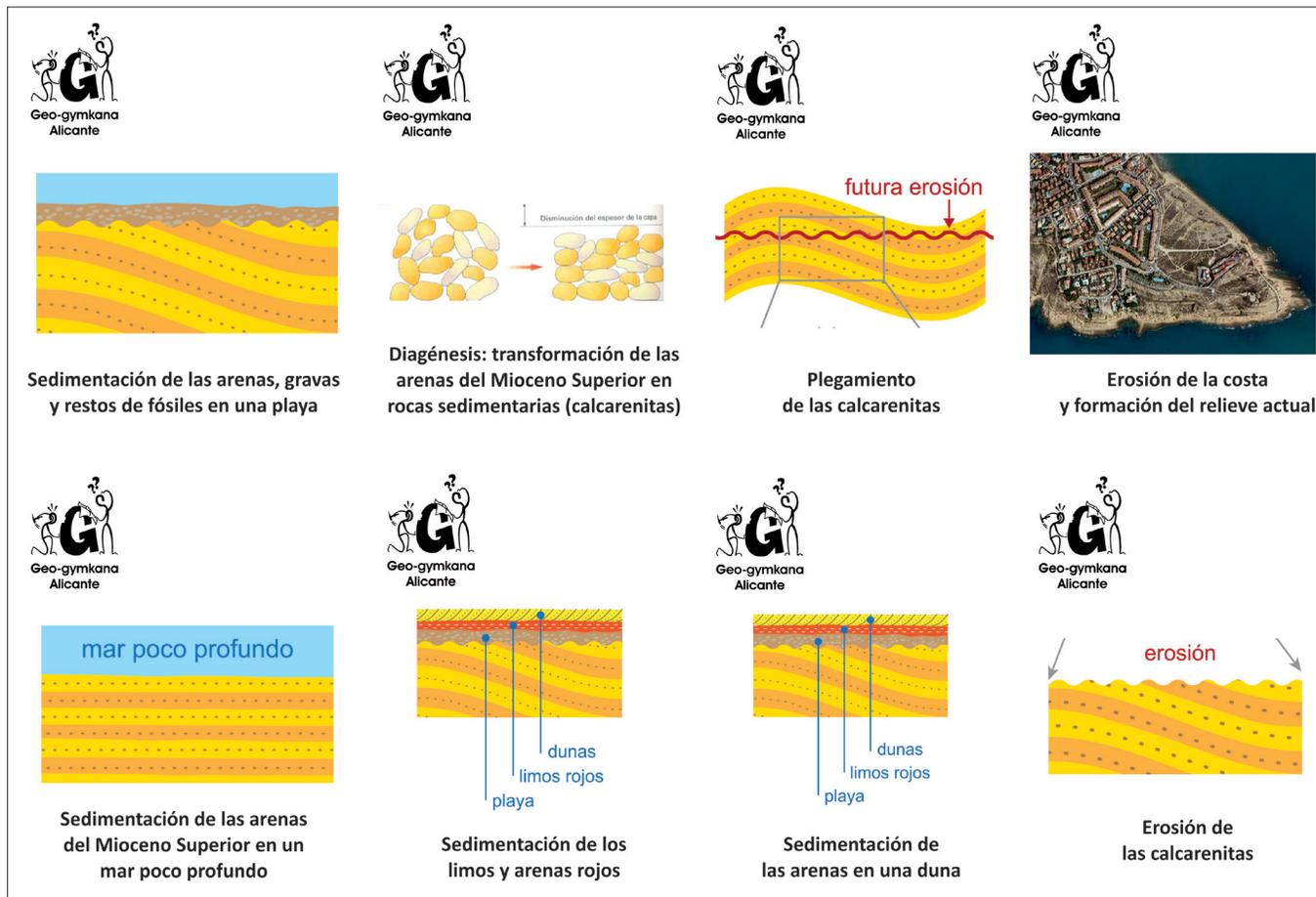


Fig. 11. Tarjetas que se reparten desordenadas a los equipos para la prueba de la Historia Geológica que representan los principales eventos y procesos ocurridos en el cabo de la Huerta: (1) sedimentación de arenas en un mar poco profundo en el Mioceno Superior, (2) diagénesis: transformación de las arenas del Mioceno Superior en rocas sedimentarias (calcarenitas), (3) plegamiento de las calcarenitas, (4) erosión de las calcarenitas, (5) sedimentación de arenas, gravas y fósiles en una playa, (6) sedimentación de limos rojos, (7) sedimentación de arenas en una duna, y (8) erosión de la costa y formación del relieve actual.

uso de mensajería instantánea (Whatsapp), aplicando la idea original de Alonso-Chaves, que utilizó el “geoguzap” en la Olimpiada de Geología de Huelva de ese mismo año. Utilizamos un móvil o tableta para recibir las fotografías de los estudiantes. Debido a la necesidad de utilizar datos móviles por parte de los estudiantes y/o la falta de cobertura móvil, decidimos modificar el formato. Por ello, en las últimas ediciones se ha cambiado a la modalidad de geoselfi, en la que los estudiantes se hacen autofotos junto a las formas de alteración y muestran las fotografías de sus móviles a los monitores sin necesidad de usar mensajería instantánea.

La actividad empieza con una breve explicación de los procesos que ocurren cuando el mar y el viento interactúan con las calcarenitas descritas en paradas anteriores. Para facilitar el aprendizaje estos procesos se distribuyen en tres conjuntos con sus correspondientes formas de alteración, fundamentalmente agrupadas por la acción de oleaje y del viento, disolución química y haloclastia: (1) acción mecánica del agua del mar en la base de los acantilados, donde se desarrollan socavaduras (*notch*) y plataformas litorales; (2) acción química que favorece la corrosión y disolución de las calcarenitas creando surcos, acanaladuras y crestas (lapiaces), pequeñas depresiones circulares poco profundas (kamenitzas) o relativamente más profundas (microdolinas); y (3) cristalización de sales del agua del mar en la estructura porosa de la calcarenita expuesta a la acción del oleaje que produce presiones capaces de disgregar la roca (haloclastia), que junto con la acción del viento forman oquedades interco-

nectadas conocidas como formas de erosión alveolar y tafonis.

Una vez finalizada la breve explicación, se asignan a los equipos de estudiantes tres formas de alteración que deben de buscar, identificar y fotografiar (“hacerse un selfi”). Una vez fotografiadas se muestran al monitor, se valora que estén catalogadas correctamente y se confirma qué grupo es el primero en encontrarlas.

Esta modalidad es más cercana y atractiva para los estudiantes que realizar una fotografía de las formas geomorfológicas. Nuestra experiencia concluye que la modalidad geoselfi tiene menos problemas técnicos y se realiza de forma más fluida que la modalidad geowhatsapp.

Los objetivos del aprendizaje se centran, en primer lugar, en conocer los diferentes procesos geomorfológicos que se originan al interactuar el viento y el agua del mar con las calcarenitas. En segundo lugar, el estudiante aprende a identificar en el campo las formas de alteración que dan como resultado el paisaje geomorfológico litoral del cabo de la Huerta: acantilados, socavaduras (*notch*), plataformas litorales, lapiaces, kamenitzas, microdolinas, erosión alveolar y tafonis.

La dinámica competitiva junto con el atractivo estético-artístico de realizar un selfi (foto que incluye personas y paisajes) estimula notablemente la creatividad y el trabajo en equipo de los participantes.

Geomimic

La prueba geomimic de la Geoyincana-Alicante está inspirada en el popular juego de mesa Mimic. En

este caso se interpretan y deducen conceptos geológicos, y tanto la interpretación como la deducción se hacen en dos grupos que van alternando su papel.

Al igual que en la prueba anterior de *pictionary* geológico, los participantes se dividen en dos grandes grupos de entre 20 y 25 personas. Con ayuda de dos monitores que asisten a cada grupo, se van alternando interpretaciones mímicas de conceptos geológicos que debe resolver el grupo contrario. Se realiza en un espacio amplio y sin obstáculos que permita al mismo tiempo que todas las personas de un grupo estén interpretando y las del otro grupo deduciendo. La mecánica de la prueba se basa en: (1) se explica en qué consiste *geomimic* y qué aspectos se tendrán en cuenta para la puntuación de la prueba, todos ellos muy importantes para el trabajo en ciencia: cooperación del grupo, originalidad de la interpretación, comprensión del concepto y calidad de la representación; (2) después, y en secreto, se le da a cada uno de los dos grupos un concepto geológico que deberán interpretar; (3) cada grupo dispone de 2 minutos para aclarar el concepto y decidir la estrategia de interpretación; y (4) pasado el tiempo, y por turnos, cada grupo interpreta el concepto con el objetivo de que el grupo contrario deduzca de qué se trata (Fig. 9D). Se recomienda visionar los vídeos sobre esta actividad en la página web dctma.ua.es.

Con el paso de los años se ha observado que tanto la elección de términos como el orden en que se les dan a los grupos, son muy importantes para la motivación de los participantes y el buen desarrollo de la prueba. Hay conceptos que fomentan la participación y cooperación del grupo mientras que otros no funcionan para la interpretación grupal. Por otro lado, hay ideas sencillas que se deducen e interpretan fácilmente y conceptos avanzados que suponen un reto a aquellos grupos más preparados. Así, se ha ido elaborando una lista de términos que funcionan para interpretaciones grupales, separando aquellos que son óptimos para empezar la actividad o para grupos poco consolidados, de aquellos otros conceptos avanzados para grupos que ya funcionan bien y/o que conocen más geología. Los primeros términos que se utilizan son muy generales, bien conocidos y fáciles de interpretar, como por ejemplo “Sistema Solar”, “terremoto”, “falla”, “volcán”, “estrato” o “fósil”. Y con posterioridad se introducen conceptos más complejos que, en ocasiones, están relacionados con algún tema tratado en el itinerario, como “extinción”, “discordancia angular” o “subida del nivel del mar”.

Se trata, sin duda, de una de las actividades más sencillas y gratificantes de todo el itinerario. Cada año nos sorprende la genialidad con la que algunos equipos elaboran sus actuaciones mímicas. Tal y como apuntan Cuevas-González *et al.* (2018), la representación de conceptos complejos con mímica es una excelente herramienta que ayuda a su comprensión y el reto que supone que un grupo de personas transmita un concepto sin usar palabras estimula notablemente la creatividad y el trabajo en equipo.

La historia geológica geológica del Cabo: el enigma final

La prueba "Historia Geológica" es la última de la Geoyincana y sirve de cierre y recapitulación de la mayoría de los conceptos geológicos abordados du-

rante la actividad. El objetivo es reconstruir la historia geológica de forma vivencial del área en el que se ha desarrollado la actividad. Para ello, se construye una línea del tiempo geológico a escala de los últimos 10 millones de años, sobre la que los equipos participantes deben situar ordenadamente los eventos y procesos más destacables que se han tratado a lo largo del itinerario. Para completar esta prueba los participantes se apoyan en la información recibida en todas las paradas de la ruta y, muy especialmente, en las paradas explicativas (ver detalles en Cuevas-González *et al.*, 2018).

La prueba comienza con un breve repaso por parte de un monitor de los principales eventos ocurridos en la zona en la que se desarrolla la Geoyincana y de los procesos que estos eventos implican. A continuación, se explica la dinámica de la prueba, que consiste en ubicar dichos eventos a lo largo de unas cuerdas que representan los últimos 10 millones de años (Fig. 10D y 10E). Estas cuerdas están graduadas, de forma que tienen marcas que indican los intervalos de tiempo en millones de años (1 m equivale a 1 millón de años). Los eventos geológicos (Fig. 11) están recogidos en unas tarjetas plastificadas, en las que aparece su nombre y una breve descripción de los mismos, pero no su edad en millones de años. A cada equipo se le entrega un juego de tarjetas con los eventos desordenados y pinzas de madera que deben usar para colgar las tarjetas en la cuerda que le han asignado. Cada equipo cuenta con un monitor que les guía, asesora y supervisa el resultado final. El orden de los equipos ganadores se establece en función del tiempo que tardan en terminar la prueba, de modo que el equipo ganador es el que menos tiempo emplee en ordenar correctamente las tarjetas.

Después de las numerosas ocasiones en las que hemos llevado a cabo la actividad, hemos observado que es conveniente seguir unas pautas que ayuden al desarrollo de la prueba, como son:

- Redondear las edades de los eventos (máximo un decimal), para que sea más fácil y rápida su comprensión.
- Conceder un tiempo de dos minutos desde que termina de explicarse el desarrollo de la actividad hasta que los equipos puedan empezar a colocar las tarjetas, y así disponer de un poco de tiempo para pensar su orden.
- Ofrecer tres pistas de apoyo, que son la edad de tres eventos clave: 1) evento de sedimentación en el Mioceno Superior hace 10 millones de años, 2) evento de plegamiento en el Plioceno hace 5 millones de años y (3) evento de sedimentación en el Cuaternario (Tirreniense) hace 130.000 años.

Los objetivos didácticos de esta prueba son varios. Por una parte, sirve de compilación de toda la historia geológica de la zona, lo que ayuda al alumnado a entender el carácter de la Geología como ciencia histórica. Por otro lado, la construcción física de las líneas del tiempo a escala permite que los participantes se familiaricen con el concepto y dimensión del tiempo geológico, ya que ven como eventos que ocurrieron hace cientos de miles o algún millón de años, están muy próximos al presente,

a escala geológica. Por último, dado que la mayoría de las tarjetas se concentran en torno a los 10, 5 y 0 millones de años, se hace hincapié en la discontinuidad y escasez del registro geológico.

VALORACIÓN DE LAS ACTIVIDADES BASADAS EN JUEGOS

Para evaluar la efectividad de la actividad Geoyincana-Alicante se ha analizado la percepción de profesores y estudiantes a través de una encuesta (Fig. 12). Se han valorado varios aspectos de la actividad haciendo especial hincapié en las actividades basadas en juegos.

Han realizado la encuesta un total de 87 estudiantes y 11 profesores de los 15 institutos que han participado en la edición de 2020, que excepcionalmente se ha visto reducida a un solo día por las medidas de seguridad ante el Covid-19, que impidieron llevar a cabo la segunda jornada. A los participantes se les preguntó sobre su nivel de acuerdo con 11 afirmaciones utilizando la escala Likert: (1) totalmente en desacuerdo; (2) en desacuerdo; (3) neutral; (4) de acuerdo y; (5) totalmente de acuerdo. Las 11 afirmaciones cubren principalmente tres temas: (a) la idoneidad de los juegos/gamificación como metodología para el aprendizaje, el trabajo en grupo y la participación activa; (b) la efectividad de la Geoyincana para despertar el interés y la motivación por la ciencia en general y la Geología en particular; (c) la utilidad de la Geoyincana para complementar el currículo oficial.

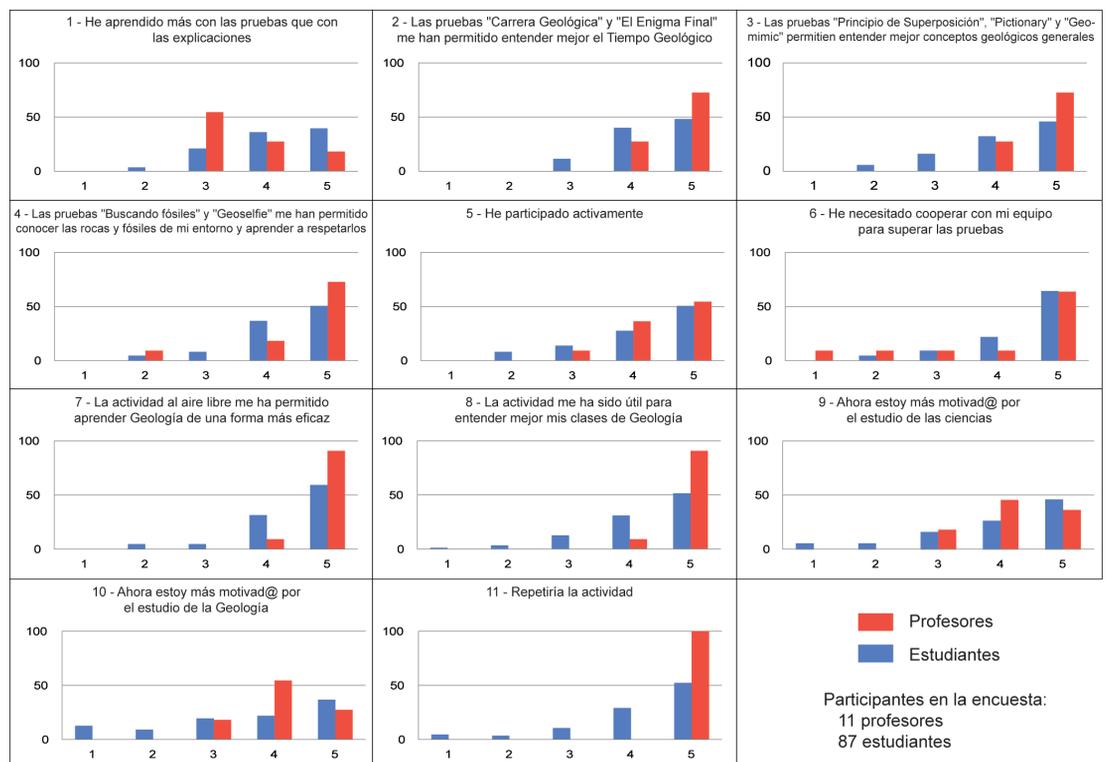
Los resultados de esta encuesta (Fig. 12) muestran que la mayor parte del profesorado y del alumnado tienen una visión positiva de las pruebas basadas en juegos y su idoneidad para comprender

mejor los conceptos de geología (preguntas 2 a la 4). De los resultados obtenidos en la pregunta 1 también se deduce la importancia que el profesorado da a las pruebas explicativas, que sirven de apoyo a las basadas en juegos. Por el contrario, la mayoría del alumnado indica que las pruebas dinámicas son una herramienta más eficaz. Tanto profesores como alumnos consideran que la actividad contribuye positivamente al desarrollo de habilidades, competencias y aptitudes del currículo académico como la participación activa, el trabajo en equipo, el conocimiento sobre geología, la motivación por la ciencia y el interés por el estudio de la Geología. Por último, dos afirmaciones con las que un gran porcentaje de profesores y estudiantes están muy de acuerdo son la eficacia de las actividades desarrolladas en el entorno natural para aprender geología y la opción de repetir la actividad. En resumen, de los resultados de la encuesta se deduce que tanto la metodología de gamificación o aprendizaje basado en juegos utilizada en la Geoyincana-Alicante, como los contenidos tratados, contribuyen a un aprendizaje más eficaz de geología y además favorece la consecución de objetivos del currículo oficial.

CONSIDERACIONES FINALES Y CONCLUSIONES

La Geoyincana desarrollada en Alicante entre los años 2012 y 2020 demuestra que el Aprendizaje Basado en Juegos y/o la gamificación es una excelente herramienta que favorece el aprendizaje de la Geología en las actividades de campo. Esta estrategia no sólo es recomendable para las actividades de campo extracurriculares o de enseñanza no formal, como es el caso de Geoyincana Alicante, sino también para complementar las salidas de campo del

Fig. 12. Encuesta realizada para evaluar la percepción de los participantes sobre la Geoyincana-Alicante. A los participantes se les preguntó por su nivel de acuerdo con 11 afirmaciones en una escala Likert: 1 (totalmente en desacuerdo), 2 (en desacuerdo), 3 (neutral), 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo). Las 11 afirmaciones evalúan la efectividad de la metodología utilizada y de los contenidos tratados para el aprendizaje de la geología. El eje "y" de cada gráfico indica el porcentaje del total de encuestados.



currículo oficial, especialmente para el alumnado de ESO.

En la valoración que hemos realizado de Geoyincana Alicante en la edición de 2020, tanto el alumnado como el profesorado participante están de acuerdo en la eficacia de esta actividad para aprender Geología que se desarrolla en un entorno natural, y la gran mayoría de ellos afirman que repetirían la actividad. Todos los participantes tienen una visión positiva de las pruebas basadas en juegos y su idoneidad para comprender mejor los conceptos de geología. Y en cierto modo es lógico que sean los estudiantes los que indiquen que es una herramienta más eficaz para el aprendizaje. La actividad contribuye positivamente al desarrollo de habilidades, competencias y aptitudes del currículo académico como la participación activa, el trabajo en equipo, el conocimiento sobre geología, la motivación por la ciencia y el interés por el estudio de la Geología.

En resumen, de la experiencia de estos nueve años de Geoyincana Alicante y de la evaluación llevada a cabo en este año 2020, podemos concluir que tanto la metodología del aprendizaje basado en juegos utilizada en la Geoyincana-Alicante, como los contenidos tratados, contribuyen a un aprendizaje más eficaz de geología y además favorece la consecución de objetivos del currículo oficial, a pesar de su carácter extracurricular.

AGRADECIMIENTOS

Queremos mostrar nuestro agradecimiento a Jesús Duque y a Ana Crespo Blanc por sus interesantes sugerencias que han mejorado el trabajo. Asimismo, queremos dar las gracias al Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, a la Facultad de Ciencias y a los vicerrectorados de “Cultura, Deporte y Lenguas”, “Investigación y Transferencia del Conocimiento” y “Estudiantes y Empleo” de la Universidad de Alicante, así como a la Diputación Provincial de Alicante y a la AEPECT. Y por supuesto, un agradecimiento especial para nuestros estudiantes del grado de Geología de la Universidad de Alicante ya que, sin su trabajo entusiasta, no hubiese sido posible realizar esta actividad.

Finalmente, queremos agradecer a nuestro compañero Javier Martínez Martínez el diseño del logotipo y su trabajo en el diseño y elaboración del cuaderno de la geoyincana.

BIBLIOGRAFÍA

Alfaro, P., Andreu, J.M., Estévez, A., Pina, J.A. y Yébenes, A. (2004). *El Cabo de las Huertas*. En: Itinerarios Geológicos por la Provincia de Alicante para su utilización en Bachillerato (Eds.: P. Alfaro, J.M. Andreu, A. Estévez, J.A. Pina y A. Yébenes). Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad de Alicante. 161-184. ISBN: 978-84-7908-972-6.

Alfaro, P., Andreu, J.M., Baeza, J.F., Benavente, D., Cañaveras, J.C., Castañeda, R., Castro, J., Corbí, H., Cuevas, J., Delgado, J., Estévez, A., Fierro, I., Giannetti, A., Martín-Rojas, I., Martínez-Martínez, J., Ordóñez, S., Pina, J.A., Pla, C., Romero, J., Rosa-Cintas, S., Soria, J.M. y Yébenes, A. (2015). Divulgación del Patrimonio Geológico en Alicante a

través de las Geoyincanas y los Geolodías. En: Patrimonio geológico y geoparques, avances de un camino para todos. Cuadernos del Museo Geominero, 18, IGME. (Eds.: Hilario, A., Mendiá, M., Monge-Ganuzas, M., Fernández, E., Vegas, J., Belmonte, A.). 305-310. ISBN: 978-84-7840-962-4

Brusi, D., Zamorano, M., Casellas, R. M. y Bach, J. (2011). Reflexiones sobre el diseño de competencias en el trabajo de campo en Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19.1, 4-14.

Bursztyn, N., Pederson, J., Shelton, B., Walker, A. y Campbell, T. (2015). Utilizing geo-referenced mobile game technology for universally accessible virtual geology field trips. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 3.2, 93-100.

Calonge, A. y Greco, R. (2011). Olimpiada Internacional de Ciencias de la Tierra (IESO): Una oportunidad a la Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19.2, 130-140.

Castro, A.R.S.F., Aracri, E.M.R.P., Diogo, M.C., Greco, P.D., Mansur, K.L. y Carvalho, I.S.A. (2015). Olimpiada Brasileira de Geociências: contribuição para a popularização das Ciências da Terra. *Terrae Didactica*, 11.2, 108-116.

Crespo-Blanc, A., Alfaro, P., Alonso-Zarza, A., Aurell, M., Calonge, A., Carcavilla, L. y Corral, I. (2016). Geolodía para un público numeroso: claves para su organización. *Geogaceta*, 59, 91-94.

Cuevas-González, J., Alfaro, P., Andreu, J.M., Baeza, J.F., Benavente, D., Blanco, I.F., Cañaveras, J.C., Castro, J., Corbí, H., Delgado, J., Díez-Canseco, D., Giannetti, A., Martín-Rojas, I., Martínez-Martínez, J., Medina, I., Peral, J., Pla, C. y Rosa-Cintas, S. (2018). *Geoyincana Alicante: una actividad para divulgar la Geología en el campo a estudiantes de ESO y Bachillerato*. En: Libro de Actas del XX Simposio sobre Enseñanza de la Geología (Eds: J. Duque-Macías y A.P. Bernal). Menorca. 155-169.

Cuevas-González, J., Díez-Canseco, D., Alfaro, P., Andreu, J.M., Baeza, J.F., Benavente, D., Blanco, I.F., Cañaveras, J.C., Corbí, H., Delgado, J., Giannetti, A., Martín-Rojas, I., Medina, I., Peral, J., Pla, C. y Rosa-Cintas, S. (2020). Geogymkhana-Alicante (Spain): Geoheritage through education. *Geoheritage*, 11 p. <https://doi.org/10.1007/s12371-020-00439-6>

Fuertes-Gutiérrez, I., De la Calzada, E., Llamas, T., Tejerina, A., Crespo, M. A., Pereiras, L., Crespo, T., Domínguez, L. y Cabezas, L. (2016). Lugares de interés geoducativo en el medio urbano. Potencialidad de las ciudades para la enseñanza de Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 24.2, 195-201.

Karagiorgas, D.N. y Niemann, S. (2017). Gamification and Game-Based Learning. *Journal of Educational Technology Systems*, 45.4, 499-519.

Lagally, U., Loth, R. y Schindelmann, C. (2015). The “Day of Geosites” in Germany – a Successful Promotion Tool for Earth Sciences. *Geoheritage*, 7, 195-204.

López-Gordo, M. y Llorente-Parrado, C. (2020). Self-guided historical gymkhanas: an opportunity for rural tourism. *Journal of Tourism and Heritage Research*, 3.1, 246-258.

Rodríguez-Pérez, E., Romero-Nieto, D. y Fesharaki, O. (2014). Gymkhana geourbana como método didáctico y de motivación de estudiantes de geología. *REDUCA (Geología)*, 6.1, 1-25.

Sánchez, E., Kalmpourtzis, G., Cazes, J., Berthoix, M. y Monod-Ansaldi, R. (2015). Learning with Tactileo Map: From Gamification to Ludicization of Fieldwork. *GI_Forum. Journal for Geographic Information Science*, 1, 261-271. ■

Este artículo fue recibido el día 20 de abril de 2020 y aceptado definitivamente para su publicación el 13 de junio de 2020.