



## LA GUERRA DE LOS HUESOS: UNA ACTIVIDAD DE DIVULGACIÓN PALEONTOLÓGICA

**ALEJANDRO VILLANUEVA<sup>1\*</sup>,  
ALEJANDRA GARCÍA-FRANK<sup>2</sup>,  
ANTONIO ARRIOLA<sup>2</sup>,  
MIRELLA LÓPEZ-MIGUEL<sup>2</sup>,  
JESÚS MARÍA-DORADO<sup>3,4</sup>,  
LEIRE PELLEJERO<sup>2</sup>,  
JAVIER RUBIO-NIETO<sup>2</sup>,  
DIEGO SÁNCHEZ<sup>2</sup>**

### RESUMEN

La Guerra de los Huesos es un proyecto de actividad de divulgación paleontológica concebido para transmitir a estudiantes de Educación Secundaria una serie de conceptos clave sobre la evolución, la paleontología y la historia de la vida en la Tierra. La actividad se estructura en dos bloques. Primero se realiza una explicación de conceptos básicos necesarios para contextualizar la actividad y que los estudiantes comprendan lo que se les introduce posteriormente. Después, aprovechando las ventajas pedagógicas de la gamificación, se utilizan una serie de pequeños juegos con equipos contendientes para que los participantes puedan utilizar y asimilar los conocimientos que se intentan transmitir con la actividad. Tras una primera prueba satisfactoria con estudiantes de 4º de ESO del Colegio Liceo Cónsul en la ciudad de Madrid, se valida la aproximación propuesta para futuras iteraciones de la actividad.

*Palabras clave:* Divulgación científica, Educación, Aprendizaje, Gamificación.

### 1. INTRODUCCIÓN

1. Grupo de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), Las Rozas de Madrid, España. \*alejvi07@ucm.es
2. Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.
3. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Córdoba, Argentina.
4. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CICTERRA), Córdoba, Argentina.

La divulgación científica es reconocida universalmente como uno de los pasos clave del proceso científico, en tanto que permite la transferencia de los nuevos conocimientos generados desde los investigadores hasta la sociedad en general, haciéndola partícipe del mismo (Galán-Rodríguez, 2003). La mediación entre los científicos y la sociedad se hace mediante la divulgación, permitiendo acceder a un registro de información que queda fuera del alcance de la mayoría de la población (Hernando, 2006).

Pese a que la divulgación ha estado ligada intrínsecamente a la ciencia desde sus comienzos (Galán-Rodríguez, 2003), sólo ha sido recientemente que su conceptualización ha sufrido una enorme transformación. No solamente se entiende actualmente como un paso clave del proceso científico (Fogg-Rogers *et al.*, 2015), sino que se define como “*una interacción comunicativa entre los participantes del proceso, el contexto socio-económico y el propio texto*” (Galán-Rodríguez, 2003).

Por tanto, la divulgación científica debe recontextualizar el conocimiento científico (Blanco-López, 2004) para una audiencia muy diversa en todos los sentidos. Así, una de las herramientas pedagógicas que más atención ha suscitado recientemente es la gamificación (Huang & Soman, 2013; Kiryakova *et al.*, 2014), que se define según Kapp (2012) como la utilización de mecánicas, estética y lógica de juegos para aumentar la proactividad, promover el aprendizaje y resolver problemas. Esta herramienta es muy útil para involucrar a la audiencia en una actividad dada (Huang & Soman, 2013). Existen precedentes de actividades de gamificación diseñadas con enfoque paleontológico por estudiantes universitarios que han dado buenos resultados, como son los juegos de mesa *Evolutionary* (Cambroner *et al.*, 2023) o *Safari Paleontológico* (Gamarra *et al.* 2023). Así, los procesos de diseño y realización de actividades divulgativas no sólo han resultado motivadores para el público más joven que asiste a las actividades ofertadas, sino que también son buenas herramientas de aprendizaje para el propio estudiante a que las diseña (García-Frank *et al.*, 2019).

Teniendo todo esto en cuenta, la actividad de divulgación que se propone utiliza elementos de gamificación como vehículo para la transmisión del conocimiento científico, tratando que sea acorde con los currículos formativos de Educación Secundaria. A nivel legislativo, el análisis de la presencia de términos relacionados con el patrimonio paleontológico, geológico y natural en dichos currículos en España, refleja que las referencias a esos conceptos son escasas y no siempre homogéneas en su tratamiento (Acedo *et al.*, 2020). Destaca la necesidad de dar una visión sistémica de la evolución junto con su relación con paleoambientes y paleoclimas en Educación Secundaria (Acedo *et al.*, 2021), ya que se observa un aumento en términos relacionados con estos conceptos, de acuerdo con la propia evolución social y legislativa, que da mayor importancia a la sostenibilidad y a la protección del medio natural.

“La Guerra de los Huesos” toma su nombre, y en general la justificación para la estructuración de la actividad como una competición gamificada en-

tre equipos de estudiantes, del evento histórico del mismo nombre. Dicho evento se utiliza como trasfondo para aumentar el interés de la audiencia e introducir elementos de la historia de la Paleontología y su evolución a lo largo del tiempo. Para comprobar la viabilidad de la actividad y su pertinencia respecto al grupo de edad escogido, se desarrolló la actividad en el colegio Liceo Cónsul, en el barrio de Entrevías en Madrid, con la participación de 33 estudiantes de 4º de la ESO.

## 2. METODOLOGÍA

La actividad se estructura en dos bloques diferenciados. En el primero de ellos se realiza una aproximación general a conceptos básicos de la Paleontología como qué es un fósil y cómo se forman (con la ayuda de réplicas y originales), cómo funciona la evolución y, en general, la diversidad de especialidades dentro de la Paleontología y la Biología Evolutiva. Además, se proporciona un sucinto resumen de la historia de la Paleontología, resaltando personajes históricos relevantes para la disciplina y remarcando el papel de las mujeres. Finalmente se contextualiza la Guerra de los Huesos en la historia de la ciencia y su trasfondo histórico y social. En el segundo bloque se dividen los estudiantes en tres equipos que deben competir por puntos en tres juegos independientes, cada uno de una duración aproximada de 15 minutos, y un cuestionario final, para lo cual se aprovecha la herramienta *online* Kahoot, que permite a los miembros del grupo debatir entre ellos antes de responder. Para reducir el tiempo total de la actividad, cada uno de los equipos participa en un juego diferente de forma simultánea y van rotando por todos. Cuando terminan la tarea asociada a cada actividad se han contado los puntos obtenidos. Los tres juegos, con sus respectivas explicaciones previas, son los siguientes:

### 2.1 Datación:

El juego permite trabajar el concepto de la datación relativa mediante los fósiles y su implicación en la visión global de la evolución de la vida, la Tabla Cronoestratigráfica Internacional y el concepto de fósil guía. La prueba posterior consiste en la interacción con una columna estratigráfica simplificada con las eras y periodos, donde los jugadores deben situar una serie de cartas con fósiles representativos de los diferentes momentos de la historia de la vida, junto con una breve descripción o datos curiosos del animal representado.

### 2.2 Paleoclima:

Esta actividad comienza con una breve explicación sobre los principales factores que afectan al clima a lo largo de la historia de la Tierra y su relación con la fluctuación de la temperatura y el nivel del mar. A continuación, se plantean tres casos problema, en cada uno de los cuales se proporcionan una serie de datos (paleogeografía, niveles de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>, recreación

del paisaje con su flora y fauna) con los que se puede dilucidar el tipo de clima (*Greenhouse*, *Hotthouse*, *Icehouse*). La correcta identificación de cada uno de ellos proporciona puntos según su dificultad (máxima en *Icehouse*, mínima en *Greenhouse*).

### **2.3 Filogenética:**

En primer lugar se realiza una explicación sobre cómo se elabora correctamente un cladograma, constituido únicamente por grupos monofiléticos y evitando grupos parafiléticos y polifiléticos. Luego, se pide a los alumnos y alumnas que reconstruyan la filogenia de los dinosaurios y de los mamíferos carnívoros a partir de los rasgos primitivos y derivados de los grupos. La resolución de los distintos nodos conlleva diferentes niveles de dificultad, lo que queda reflejado en la puntuación según sea más o menos precisa la respuesta que dan los estudiantes.

### **2.4 Cuestionario final:**

Consiste en una batería de 20 preguntas tipo test relacionadas con la introducción que se dio al principio de la actividad y con los tres juegos. Este cuestionario se realiza a través de la plataforma *online* Kahoot, manteniéndose los tres grupos en los que se dividieron los alumnos y alumnas para que puedan discutir entre ellos antes de responder a cada cuestión. Tras la suma de los puntos obtenidos en los tres juegos y los resultados del cuestionario final, se determina el grupo ganador de la actividad.

## **3. CONSIDERACIONES SOBRE LA ACTIVIDAD**

La realización de la actividad con un grupo real de estudiantes permitió comprobar que el concepto original es válido y posibilita cumplir los objetivos de divulgación planteados. El *feedback* proporcionado por los participantes y el desarrollo de la actividad, mostraron que la estructura y el contenido de la misma facilitaron la motivación de los estudiantes, y complementaron adecuadamente los contenidos curriculares relacionados con evolución, historia de la vida en la Tierra, paleoclimas o paleoambientes. Además, permitió detectar varios elementos de la actividad propuesta que pueden ser mejorados de cara al futuro. En primer lugar, la estimación inicial de la duración de la actividad (1h-1:30h) era demasiado optimista. Se puso de manifiesto la necesidad de planificar una mayor duración (2h-2:15h) para poder conjugar las explicaciones de conceptos con los juegos y que el transcurso de la actividad sea fluido, además de para poder introducir un espacio de preguntas generales al final. En segundo lugar, algunas modificaciones menores de los juegos planteados serían beneficiosas para mejorar el grado de aplicación de los conocimientos adquiridos en la resolución de las pruebas. En tercer lugar, sería conveniente buscar maneras de asegurar que todos los juegos sean más compatibles con estudiantes con diversidad funcional. Sin embargo, los buenos resultados obtenidos con la aplicación

del proyecto permiten valorar la actividad “La Guerra de los Huesos” como un éxito. En este sentido, se aprecian que estas observaciones cualitativas van en la línea de las obtenidas en otras actividades divulgativas basadas en gamificación (Cambroneró *et al.*, 2023; Gamarra *et al.*, 2023), que reseñan su efectividad. Teniendo eso en cuenta, ya se está trabajando para realizarla en más colegios en el futuro.

#### 4. CONCLUSIONES

En este proyecto se ha propuesto una nueva actividad divulgativa paleontológica basada en técnicas pedagógicas como la gamificación. El objetivo de la actividad es aumentar los conocimientos sobre evolución, Paleontología y la historia de la vida en la Tierra en los estudiantes del segundo ciclo de Educación Secundaria, lo que está justificado por las características del currículo escolar actual. La prueba de concepto realizada con estudiantes del grupo de edad objetivo fue un éxito, lo que valida la aproximación inicial y permite ser optimistas respecto a futuras iteraciones de la actividad.

#### 5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen las sugerencias y comentarios de la Dra. Graciela Delvene y un revisor anónimo que han permitido mejorar la calidad final del manuscrito. Este trabajo ha sido financiado por el proyecto INNOVADOCENCIA 58 (2023/24) (UCM).

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acedo, A., Fesharaki, O. y 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), pp. 41-62.
- Acedo, A., Fesharaki, O. y García-Frank, A. (2021). “Estudio de la presencia y tratamiento de la Paleontología en los contenidos curriculares de la Educación Secundaria en las leyes implementadas desde 1970 en España.” *Comunicações Geológicas* Vol. 108, Especial I, pp. 9-13.
- Blanco López, Á. (2004). “Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia.” *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 1 (2), pp. 70-86.
- Cambroneró, I., Sanz-Pérez, D., García-Cobeña J., G. Peco, V., Holguera-Ramírez, I., M. Nebreda, S., Ozkaya de Juanas, S., Fesharaki, O. y García-Frank, A. (2021) “EVOLUTIONARY - ¿Serías capaz de sobrevivir a una extinción?: Una actividad para la divulgación y enseñanza de la Paleontología.” *Ciências da Terra Procedia/ Earth Sciences Journal Procedia* 1, 146-149.

- Fogg-Rogers, L., Sardo, A. M. y Grand, A. (2015). "Beyond dissemination - science communication as impact." *Journal of Science Communication*, 14 (03), C01.
- Galán-Rodríguez, C. (2003). "La ciencia en zapatillas": análisis del discurso de divulgación científica." *Anuario de estudios filológicos*. 26, pp.137-156.
- Gamarra, J. Fesharaki, O. y García Frank, A. (2023). "Pautas para la evaluación de la efectividad divulgativa y formativa de un juego de mesa sobre patrimonio paleontológico de Castilla-La Mancha". En González Montero de Espinosa, M. y Herráez Sánchez, Á. (Eds.), *Experiencias y estrategias de innovación educativa en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (III) (1.0) [software]*, pp. 233-239. Madrid: *CDL Madrid y Grupo SM*.
- García-Frank, A., Fesharaki, O. y 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), pp. 116-118.
- Hernando, M. C. (2006). Objetivos y funciones de la divulgación científica. *Manual formativo de ACTA* 40, 99-106.
- Huang, W. H. Y. y Soman, D. (2013). "Gamification of education." *Report Series: Behavioural Economics in Action* 29 (4), pp. 37.
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. Nueva Jersey: John Wiley & Sons.
- Kiryakova, G., Angelova, N. y Yordanova, L. (2014). Gamification in education. In *Proceedings of 9th international Balkan education and science conference* 1, pp. 679-684.



# ZUBÍA

42



**IER**

Instituto de  
Estudios Riojanos