



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Máster

Desenterrando un mundo perdido:  
Acercamiento didáctico a los dinosaurios  
al inicio de la secundaria.

Digging up a lost world:  
A didactic approach to dinosaurs  
at the beginning of secondary school.

Autor/es

**Diego Escanero Aguilar**

Directora

**Guiomar Calvo Sevillano**

FACULTAD DE EDUCACIÓN

2023

## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	2
II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRÁCTICUM II .....	4
III. PROPUESTA DIDÁCTICA .....	6
IV. ACTIVIDADES .....	12
V. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA .....	30
VI. CONSIDERACIONES FINALES .....	33
VII. REFERENCIAS .....	34
VIII. ANEXO. ....	39

## I. INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo Fin de Máster recibe como título “*Desenterrando un mundo perdido. Acercamiento didáctico a los dinosaurios al inicio de la secundaria*”. La estructura que presenta ese informe es la siguiente:

- Un análisis didáctico de **dos de las actividades** que se han realizado durante el máster de profesorado de secundaria, en el curso 2022-2023.
- La **propuesta didáctica** que conforma este TFM, realizadas en el contexto de la estancia del Prácticum II.
- El siguiente apartado contiene la secuencia y temporalización de **actividades** de la propuesta didáctica, en el que se incluye el **Análisis de los resultados**, donde se explora el resultado de la propuesta y de las actividades desde el punto de vista didáctico.
- Toda propuesta tiene cabida de mejora y en este apartado se hará un **análisis crítico** de ella, así como de los puntos que mejorar.
- Finalmente, en las **consideraciones finales** (valga la redundancia) se explorarán la experiencia, las dificultades, y aprendizajes propios y del alumnado sobre el que se ha llevado a cabo la propuesta.

### Contexto de Centro

La estancia del Prácticum II se ha llevado a cabo en el instituto IES Pilar Lorengar en el barrio de La Jota en Zaragoza. Con una población de aproximadamente 78.548 habitantes, se encuentra al noreste de la ciudad, en la margen izquierda del río Ebro y la derecha del río Gállego. Surgió como la antigua Barriada de Escudero, un área de expansión urbana en los años 60 después de la posguerra, surgida como zona de residencia de personas que llegaban para trabajar en polígonos industriales como Cogullada, Malpica o El Pilar. En la actualidad, debido al crecimiento de la población de Zaragoza, La Jota ha experimentado una transformación y se ha convertido en una zona urbana con nuevas viviendas que han atraído a jóvenes y familias con niños. Es un barrio de clase media-baja, con una fuerte tradición reivindicativa y fue uno de los primeros en formar una asociación vecinal.

El IES Pilar Lorengar es un instituto público declarado como centro aconfesional, respeta todas las religiones y busca inculcar al alumnado en el respeto, los valores democráticos y, especialmente, en los Derechos Humanos. La mayoría de los estudiantes provienen de familias de clase social medio-baja. Con casi 35 años de existencia, el instituto ha evolucionado gracias al esfuerzo conjunto de la Asociación de Madres y Padres de alumnos (AMPA), los profesores, los estudiantes y la administración. Se ha enfocado cada vez más en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y presta especial atención a la diversidad.

## Presentación Personal

Natural de Zaragoza, desde la más tierna infancia sentí la llamada de la paleontología, una vocación natural que se vio alimentada por la *DinoMania* de los años 90: *Jurassic Park*, *En busca del Valle Encantado*, *Dino Riders*, *Los Picapietra*, *Power Rangers*... series y películas que pusieron el término “*dinosaurios*” en lo alto de la cultura popular. Alimentando mi conocimiento con todo aquel libro sobre dinosaurios que caía en mis manos, enfoqué mis estudios hacia las ciencias de la tierra, desde trabajos en el colegio a optativas en el instituto.

Muchos años después, ese niño con vocación paleontológica terminó su Licenciatura en Ciencias Geológicas por la Universidad de Zaragoza con la especialidad en optativas paleontológicas y con un Trabajo Académicamente Dirigido en microvertebrados de la Gran Dolina de Atapuerca. Además de realizar prácticas en la empresa Paleoymás S.L. con la cual aprendí diversas técnicas de laboratorio que me siguen resultando útiles a día de hoy. Con el objetivo de seguir formándome, me trasladé a Barcelona asumiendo un gran esfuerzo económico por parte de mi familia. Allí pude cursar el Máster en Paleontología Aplicada en la Universitat Autònoma de Barcelona, donde obtuve mi título oficial de paleontólogo, habiendo trabajado con dientes de cricétidos (hámsters). Este máster no sólo me sirvió para la consecución de tan ansiado título, sino una forma de abrirme paso en congresos tan prestigiosos como la SEP (Sociedad Española de Paleontología) o el EJIP (Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología).

En el 2015 empecé a asistir a las excavaciones realizadas por el Museo de Dinosaurios de Salas de los Infantes (Burgos), colaborando en la excavación y consolidación del yacimiento histórico de icnitas de Las Sereas 8, que daría a luz al icnotipo *Inestapodus burgensis* (Fernández-Baldor et al., 2021). Desde 2018 estamos excavando el yacimiento Valdepalazuelos-Tenadas del Carrascal (Torrelara, Burgos) del que hemos recuperado restos de dinosaurios terópodos y saurópodos (Torcida Fernández-Baldor et al., 2020), pterosaurios, cocodrilos y tortugas. En 2022 también se excavaron los yacimientos de Fuentespuñía, El Juguete y El Altollano (todos en Salas de los Infantes). De este último, me encuentro envuelto en una investigación sobre el estudio de un dentario de dinosaurio ornitópodo (Escanero-Aguilar et al., 2022).

Mi intención siempre fue dedicarme a la investigación, pero en un mundo académico en el que prima la meritocracia, me resultó imposible. Tras años arrastrando empleos de todo calibre, tuve la oportunidad de cursar este Máster de Profesorado en Educación Secundaria, en la especialidad de Biología y Geología, de vuelta en la Universidad de Zaragoza. Considero que difundir la ciencia es algo vital para el avance de nuestra sociedad y por ello, como docente, tengo una oportunidad única para concienciar sobre la importancia de ello y de la valoración de nuestro patrimonio.

## II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRÁCTICUM II

Durante la realización del máster de profesorado en este curso 2022-2023 hemos tenido una gran variedad de asignaturas con diversas actividades de cara a nuestra futura labor profesional.

En términos generales se ha intentado proporcionarnos a través de estas materias conocimientos prácticos y teóricos para poder ejercer como docentes de una manera efectiva. Así, se han abarcado temas tan amplios como el currículo académico, la didáctica de las ciencias, la psicología del adolescente o el diseño de actividades. El objetivo principal de la gran mayoría de éstas, ha sido proporcionarnos herramientas y estrategias para enfrentar el día a día en un aula de secundaria.

La estancia en el Prácticum II nos ha permitido poner en práctica muchas de estas actividades, además de los conocimientos teóricos de estas materias, situándonos en un entorno real de enseñanza-aprendizaje. En este periodo, hemos tenido la guía de nuestro tutor del prácticum en el instituto, que nos ha brindado una importante retroalimentación en nuestra labor docente, aconsejándonos ante todo momento y pudiendo observar de primera mano todo aquello que vimos en las asignaturas del máster.

De todas las asignaturas y actividades realizadas este curso, he decidido decantarme por dos de ellas:

### Actividad 1

La primera que he querido seleccionar es el trabajo final común que se llevó a cabo en el transcurso de las asignaturas *Diseño de actividades de aprendizaje de Biología y Geología e Innovación e Investigación Educativa en Biología y Geología*, que casi podrían clasificarse como una asignatura conjunta. Este trabajo común por grupos consistía en la elaboración de una propuesta de actividad didáctica e innovadora, similar a lo que se ha realizado de cara al presente TFM. Este trabajo supuso no sólo una actividad como tal, sino el cénit de un cúmulo de actividades realizadas en el transcurso de ambas asignaturas. En mi caso personal, mi grupo y yo realizamos una propuesta para estudiar el cambio climático, así como una serie de actividades para medir la contaminación.

Para la elaboración de dicho trabajo nos fue de ayuda una de las primeras prácticas que llevamos a cabo en *Diseño*, que fue la presencia de ideas alternativas en noticias de prensa y su influencia en el alumnado. Fue una práctica importante, a la hora de detectar necesidades e ideas alternativas y preconcebidas entre los estudiantes. Si bien son comunes las erratas cuando de artículos científicos se trata, aumentan cuando se habla de dinosaurios. En este contexto, en el transcurso de las actividades de este TFM, un alumno me proporcionó una noticia del periódico *Marca* que relacionaba la extinción de los dinosaurios y el Covid-19:

<https://www.marca.com/tiramillas/actualidad/2021/05/07/60950c4222601df8218b459c.html>.

Desde el lado de *Innovación*, para la elaboración del trabajo final, nos ayudó mucho el marco teórico que nos proporcionaron los docentes, de modo que pudiésemos establecer una propuesta creativa, original y novedosa. Muchas veces es difícil discernir

qué es una propuesta innovadora y qué no y desde la materia se nos proporcionó la respuesta: *una respuesta a una necesidad concreta que aporta novedad y soluciona la necesidad que la origina*. Estos conocimientos se han aplicado a la hora de crear la propuesta didáctica de este TFM.

## Actividad 2

Respecto a la segunda actividad, me gustaría recalcar la asignatura del primer cuatrimestre *Diseño curricular e instruccional de las ciencias experimentales*.

Durante el transcurso de esta materia se nos proporcionaron ideas, conocimientos y herramientas de cara a manejar y comprender la Ley Orgánica LOMLOE (Ley Orgánica de Modificación de la LOE) y las Órdenes autonómicas derivadas del BOA. En esta asignatura se tuvo como objetivo facilitarnos la comprensión de cada uno de los términos que componen el currículo académico, así como la relación entre ellos. La nueva Ley Orgánica incluye términos curriculares complejos como competencias específicas, competencias clave o la diferenciación entre evaluación y calificación. Fue uno de los temarios más difíciles del primer cuatrimestre.

En la parte de *Diseño Curricular* de esta asignatura, aprendimos a relacionar todos estos elementos curriculares para poder planificar, diseñar y secuenciar una unidad didáctica para un curso de secundaria. Si bien en este curso, nos encontramos en una época de tránsito entre leyes educativas, es de gran importancia saber manejarnos con las leyes a la hora de programar. Como docentes, en un futuro, deberemos entregar una programación anual por asignatura que impartamos, por lo que necesitamos todas las herramientas posibles para hacerlo correctamente. De estas programaciones derivan las evaluaciones, calificaciones, adaptaciones curriculares o recursos necesarios para impartir la clase al alumnado.

Por otro lado, en la parte de *Fundamentos* de esta materia, se nos proporcionaron herramientas para enseñar ciencia en un aula, cómo lo hacemos y qué contenidos debemos impartir. Conceptos tan básicos como la transposición didáctica nos ayuda a elaborar los contenidos a partir de nuestros propios conocimientos científicos, filtrándolos, para poder adecuarlos a la edad en la que se esté impartiendo la materia. Además, se nos dio recursos para identificar ideas alternativas y preconcebidas, cómo tratarlas y cómo solucionarlas en el aula.

Siendo las dos áreas importantes, me gustaría recalcar la programación didáctica que hicimos desde la parte de *Diseño Curricular*, en la que tuvimos que programar un bloque de saberes de la asignatura de Biología y Geología de un curso concreto de secundaria. Esto nos ayudó a poner en práctica conceptos tan abstractos como competencias específicas, competencias clave o descriptores operativos. Esta programación, nos sirvió de ensayo no sólo para el Prácticum II, sino a la hora de programar y secuenciar el presente trabajo fin de máster. Por ejemplo, a la hora de relacionar los dinosaurios con los saberes básicos y las actividades de las sesiones realizadas con los diferentes tipos de competencias. Además de para diseñar instrumentos y criterios de evaluación y calificación.

### III. PROPUESTA DIDÁCTICA

La propuesta didáctica aquí descrita se engloba en la asignatura de Biología y Geología de 1º de la ESO que viene referida en el nuevo currículo de la nueva Ley Orgánica de Educación 3/2020, LOMLOE (Ley Orgánica de Modificación de la LOE) y que se ha estructurado en función de la Orden ECD/1172/2022, de 2 de agosto, por la que se aprueban el currículo y las características de la evaluación de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.

#### A. Título y nivel educativo:

He querido nombrar mi propuesta como *Desenterrando un mundo perdido. Acercamiento didáctico a los dinosaurios al inicio de la secundaria*, que no pudo llevarse a cabo en su totalidad. Se ha programado la propuesta en el contexto de 1º de la ESO y tuvo como objetivo principal acercar los dinosaurios al alumnado al inicio de secundaria. Si bien durante el Prácticum II se hicieron actividades con este curso, varias de las aquí presentadas son exclusivas para el Trabajo Fin de Máster.

Si atendemos al tema de los dinosaurios, el currículo LOMCE dejaba de lado estos conocimientos en la Educación Primaria (Mampel y Cortés, 2012), cuyos libros de texto no mencionan siquiera la palabra. En el primer día de prácticas en el aula, me presenté como paleontólogo, lo que generó un aluvión de preguntas, muchas de ellas válidas, pero otras, preconcebidas y alternativas, fruto de la ausencia de conocimiento sobre la materia. Detectando este problema y teniendo la oportunidad de trabajar con ellos de cara al TFM, secuencié la siguiente propuesta teniendo en cuenta que, en este curso, cuentan con 3h semanales de Biología y Geología.

Mi propuesta comienza con la evaluación inicial que se desarrollan en el siguiente apartado. Ésta continuará con las sesiones 2 y 3 (dos clases teóricas), completando la taxonomía y evolución de reptiles y aves, siguiendo un temario que ya se estaba impartiendo a mi llegada al aula. Es aquí donde introduciré los dinosaurios en relación a la evolución hacia a las aves. La sesión 4 será la primera actividad, desencadenante directa de las tres sesiones anteriores, un juego de preguntas por equipos con el fin de asentar los conocimientos básicos de reptiles, aves y dinosaurios, al que he llamado *¿Sabes más de dinosaurios que un alumno/a de primaria?*, al final de la cual comentaré mi experiencia como excavador de dinosaurios y les propondré la siguiente actividad, un simulacro de excavación paleontológica por grupos a la que he titulado *Cazadores de fósiles: Desenterrando el pasado*, que se desarrollará en las sesiones 5 y 6, y tendrá lugar gracias a la transversalidad del currículo LOMLOE, ya que, durante la clase de Educación Plástica, Visual y Audiovisual, elaborarán las réplicas que enterrarán y tendrán que desenterrar como auténticos paleontólogos en un simulacro de excavación. Finalmente, la sesión 7 será una dinámica por grupos, de puesta en común y de pensamiento crítico.

#### B. Evaluación Inicial

##### B.1. Revisión bibliográfica

La paleontología es una disciplina que se engloba dentro de las Ciencias Naturales, retroalimentándose de conceptos tanto biológicos como geológicos. Se encarga de estudiar los restos fósiles de organismos desaparecidos, lo que nos permite reconstruirlos a ellos y sus ecosistemas, así como estudiar el origen, la evolución y la extinción de los seres vivos (Pérez Porto y Merino, 2009). Si observamos el currículo de la anterior Ley Orgánica (LOMCE), las ciencias geológicas ya habían reducido su presencia en las aulas de secundaria, aunque, en teoría, deberían ser equivalentes al resto de las ciencias impartidas (Instituto de Geociencias, 2021). El Ilustre Colegio Oficial de Geólogos ya ponía de manifiesto en 2017, que los alumnos terminan la secundaria sin tener conocimientos claros sobre la geología y sobre todo de la paleontología y los fósiles.

La escasez de temario geológico en secundaria es alarmante, orientado únicamente en la dinámica terrestre y los riesgos naturales. La palabra *fósil* aparece relacionada únicamente a los combustibles y no es hasta 1º de Bachillerato cuando se hace referencia a *registro fósil*. Las palabras *paleontología* o *dinosaurio* ni se contemplan en el currículo de secundaria. Es decir, el alumno que decida no hacer bachillerato, podría acabar la Educación Secundaria Obligatoria sin saber qué es un fósil o un dinosaurio. A los estudiantes, por norma general, les es difícil interpretar por sí mismos hechos racionales, algo inherente a su edad, y saltan con facilidad de los hechos a la interpretación (Sequeiros, 2010), haciéndose ideas erróneas influenciadas, en muchas ocasiones, por la cultura popular (San Juan Palacios y Ansón, 2016).

Si comparamos con las escuelas norteamericanas, la Asociación Americana para el Avance de las Ciencias incorporó el concepto *dinosaurio* desde 1990 en los primeros cursos de la Educación Primaria, para que empiecen a familiarizarse con la vida pasada y el concepto *tiempo* (Stern y Roseman, 2004). En el polo opuesto, está el auge de las ideas pseudocientíficas del Creacionismo y del Diseño Inteligente, con un ideario religioso que ha logrado inmiscuirse en las aulas de algunos estados (Marcello, 2009). Pero tampoco hay que irse muy lejos, en España, un estudio llevado a cabo por Mampel et al., (2016) ponía de manifiesto que muchas personas en mayor o menor medida, creía que los seres humanos habían convivido con los dinosaurios no avianos, debido al desconocimiento del nexo evolutivo entre aves y dinosaurios como consecuencia de ideas preconcebidas ajenas al sistema educativo.

Durante mi estancia en el instituto, pude comprobar de primera mano que los estudiantes llegaban de Educación Primaria sin tener conocimiento alguno sobre dinosaurios o paleontología. Lo poco que sabían estaba alimentado, en mayor o menor medida, por películas o conceptos alternativos procedentes de redes sociales y videos de YouTube. Entre las cuestiones erróneas detectadas durante el Prácticum en el aula, se pueden recalcar las siguientes:

1. Relación de la extinción de los dinosaurios con una ola de Covid-19.
2. Existencia del tiburón Megalodón (*Carcharocles megalodon*) como superviviente a la Era de los Dinosaurios.
3. El monstruo del Lago Ness.
4. Dinosaurios voladores *Pterodáctilos* y dinosaurios marinos.

## B.2. Instrumento para Evaluación Inicial

Como instrumento de evaluación inicial se ha utilizado un cuestionario de elaboración propia. Esta primera sesión de la propuesta se diseñó pensando en qué



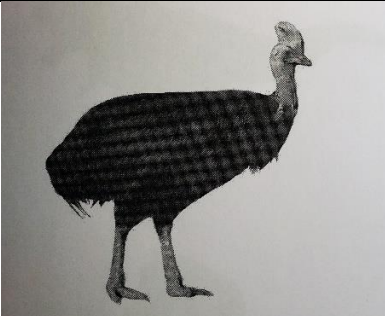
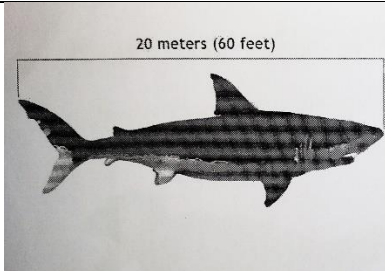

contenido impartir en las sesiones 2 y 3 y de cara al juego de la sesión 4 y primera actividad. Era necesario ver qué nivel presentaban los alumnos frente al tema, dado que en primaria no se imparte nada relacionado con los dinosaurios y ya habían mostrado ideas alternativas al respecto. Esta evaluación se elaboró huyendo del clásico modelo de pregunta-respuesta, para animarlos a contestar y sacarles del *modelo examen* propio de este tipo de cuestionarios. Utilicé 20 minutos en esta primera sesión.

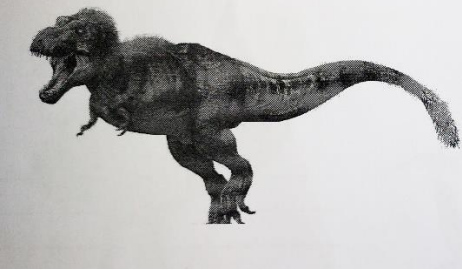
Este cuestionario (anexo, evaluación inicial) consistió en 11 imágenes de diferentes tipos de animales, algunos extintos (*Tyrannosaurus*, *Mosasaurus*, *Megalodon*) y otros actuales (Casuario, dragón de Komodo), con el fin de que respondieran si estos animales eran o no eran dinosaurios. Además de pedirles que escribiesen lo que supiesen de éstos, bien sea sobre ciencia o si lo habían visto en películas o documentales. Por supuesto, era consciente de que muchas ilustraciones eran distractores (pterosaurios, reptiles marinos, una ballena prehistórica, etc.), con la intención de poder explicar las diferencias en clase *a posteriori*.

### B.3. Resultados

He organizado las respuestas en un sistema de cinco categorías en la **Tabla 1**.

**Tabla 1.** Sistema de categorías de la evaluación inicial.

Respuestas	Cantidad	Ejemplo de Respuesta
Correctas	25	 <p><i>Casuarius casuarius</i>  <input checked="" type="radio"/> Sí      <input type="radio"/> No  <u>Creo que es un dinosaurio porque las aves son descendientes directas de los dinos aurios.</u></p>
Semicorrectas o descriptivas	33	 <p><i>Carcharocles megalodon</i>  <input type="radio"/> Sí      <input checked="" type="radio"/> No  <u>Es un tiburón actual, vertebrado con el ser esqueleto hecho de cartilago (pez → sero ✗ → cartilaginoso ✓)</u></p>
Incorrectas pero orientadas	32	 <p><i>Pteranodon longiceps</i>  <input checked="" type="radio"/> Sí      <input type="radio"/> No  <u>Se asemeja a los dinosaurios con alas que se suelen ilustrar.</u></p>

Totalmente incorrectas o alternativas	43	 <p style="text-align: right;">Tyrannosaurus rex</p> <p style="text-align: center;">(Sí)                      No</p> <p style="text-align: right;">El rex es un dinosaurio grande que la evolución dejó muy mal - por que hizo que el chora es una gallina. (E)</p>
En blanco Ns/Nc	153	
	286	

- Respuestas correctas: Casi todas las respuestas correctas se refieren a la figura del *Tyrannosaurus rex*. La gran mayoría lo identifica como dinosaurio y muchos hacen referencia a la saga de películas de *Jurassic Park*. Una minoría sí que identifica animales actuales como el casuario o el dragón de Komodo. Alguno me referenciaba al youtuber y divulgador científico *Pakozoico*, como fuente de información.

- Respuestas semicorrectas o descriptivas: En esta categoría he incluido aquellas respuestas que se limitan, principalmente, a describir la imagen o lo que intuyen del animal: Era carnívoro, era volador, tenía pico, brazos cortos etc. Unos pocos hacen descripciones más detalladas, clasificando al megalodon como pez cartilaginoso o al *Kelenken* (ave del terror extinta) como una ratites actual (ave corredora).

- Respuestas incorrectas pero orientadas: En un porcentaje similar a las anteriores, casi todos sitúan a los reptiles marinos y voladores como dinosaurios. Lógico a su edad.

- Respuestas totalmente incorrectas o alternativas: Respuestas alimentadas por conocimientos erróneos como la existencia del megalodón en la actualidad o pensando que el *T.rex* evolucionó en las gallinas. Muchos identifican al dragón de Komodo como dinosaurio y uno en concreto, como *animal mítico* al ser un dragón. Varios mencionan al polémico personaje televisivo *Frank de la Jungla* y un capítulo donde aparecen estos animales en el que los describe como *dinosaurios vivientes*. Prácticamente ninguno identifica las aves como dinosaurios.

- En blanco Ns/Nc: Más de la mitad del alumnado respondió sólo Sí o No (muchos al azar) a la pregunta y no rellenando la ficha. Bien por desconocimiento del tema o, al dejar claro que no contaba para nota, decidiendo no esforzarse.

#### B.4. Implicaciones para mi propuesta

En primer lugar, que el alumnado haya dejado muchas respuestas en blanco o haya respondido, claramente, al azar deja entrever la falta de motivación y desánimo en la clase de la que ya era consciente. Estas respuestas en blancos, si bien en algunos casos sí pueden ser motivadas por el desconocimiento del animal por el que se les ha preguntado, en un alto porcentaje derivan de la desmotivación y la dejadez, no aportando información de su verdadero desempeño académico. Al no proporcionar respuestas válidas por escrito, fue más difícil identificar las fortalezas y debilidades respecto al tema, por el contrario, fui consciente de un problema, las ciencias no les motivan en absoluto.

Pese a ser minoría, algunos mostraron no sólo comprensión lectora del ejercicio, sino unos conocimientos básicos sobre paleontología y una base sobre la que empezar las siguientes sesiones de la propuesta. Las respuestas incorrectas mostraban una falta de comprensión insuficiente de la materia, pero revelando unas debilidades sobre las que hacer hincapié, véase identificar como dinosaurios reptiles marinos y voladores. Respecto a las ideas alternativas, revelan que el alumnado no siempre se informa mediante los canales adecuados, y toman como axiomas ideas de procedencia dudosa. Por ejemplo, muchos han oído hablar sobre que las gallinas son parientes del *Tyrannosaurus*, asumiendo automáticamente que el *T.rex* involucionó hacia éstas. Este tipo de ideas nos revela que el alumnado no tiene bien asumido el concepto de *evolución* sobre el que hay que insistir.

La realización de esta evaluación inicial resultó muy útil no sólo a la hora de identificar los conceptos acertados y erróneos con los que contaban los estudiantes, a la hora de diseñar las próximas sesiones, sino que se identificó una total falta de motivación y desinterés por la asignatura, algo de lo que ya me habían advertido en el departamento del instituto. A raíz de esto, la propuesta se ha diseñado no sólo para que adquieran unos conocimientos y conceptos concretos, sino para dinamizar el grupo, aumentar su motivación e intentar despertar en ellos, un mínimo de vocación científica.

### **C. Fundamentación teórica**

La transformación del conocimiento científico puro hasta el conocimiento enseñando en el aula es un proceso complejo, teniendo en cuenta que tratamos con niños o preadolescentes. Esto se denomina transposición didáctica (Verret, 1975; Chevallard, 1985) en la que partiendo de un *saber sabio*, el conocimiento científico en sí, ha de ser acondicionado para su enseñanza, ante la imposibilidad de ser impartido a los alumnos como tal, el denominado *objeto de enseñanza*, adaptándolo al curso académico en el que se imparte (Solarte, 2006). Las transformaciones de estos conocimientos muchas veces son complicadas y pasan por una serie de filtros externos al sistema didáctico, como el currículo o las editoriales, además de un proceso de manufactura por parte del autor de los libros de texto, para que puedan impartirse finalmente en el aula (De la Gándara et al., 2002).

Si a la paleontología nos referimos, los dinosaurios son uno de los temas más populares en la sociedad (Mampel y Cortes, 2012), y de los más atractivos científicamente (Schroeder et al., 2009). Sin embargo, como indica Torcida Fernández-Baldor (2003), no hay contenido paleontológico o sobre dinosaurios en asignaturas derivadas de las ciencias de la tierra en la educación primaria, apareciendo casi testimonialmente en secundaria (Gil-Bazán, 2009). Los dinosaurios son un importante recurso didáctico en las aulas (Clauss, 1993) pudiendo utilizarse para explicar el concepto de tiempo geológico, extinción o de evolución. Por lo tanto, hay que preguntarse el por qué una temática que motiva tanto al alumnado y complementa el currículo académico, se pasa por alto a la hora de impartir las clases de ciencias.

Por norma general, ha tendido a separarse entre aspectos cognitivos y socioemocionales a la hora de impartir clase en el aula (García-Bacete y Domènech-Betoret, 1997), considerándose los dinosaurios ligados a lo segundo y por lo tanto menos importantes que otros conceptos teóricos o técnicos en clase de ciencias (Mampel et al., 2015). Sin embargo, González et al., (1996) indican que el aprendizaje en sí mismo está ligado tanto a lo cognitivo como a lo emocional. Teniendo en cuenta la relación entre

docente-alumno-aula se entiende como situación educativa al contexto en el que estos tres elementos interaccionan (Rivas, 1997) y que como afirma Cyrus (1995) no hay que motivar al alumnado sino instaurar en el aula un ambiente propicio para que ellos mismos puedan motivarse, lo que él llama *Environment Learning*. Por lo tanto, cuando el alumnado está motivado sólo por el hecho de aprender sobre algo fruto de su interés, los empuja a la motivación intrínseca, como demuestra el éxito de productos de carácter lúdico y educativo relacionados con los dinosaurios (Cobos et al., 2005; Royo-Torres et al., 2019).

Si buscamos una herramienta motivadora, el juego como recurso didáctico es una técnica demostrada (Abreu, 2018). Urcola (2011) señala que para crear una motivación es necesario conocer los gustos del destinatario, por lo que, tratando con niños, preadolescentes y adolescentes, el juego es uno de los mejores caminos. La gamificación, según Teixes (2014) sería la utilización de elementos y dinámicas propias de los juegos, en entornos no relacionados con éste, con el objetivo de modificar los comportamientos de los estudiantes influyendo en su motivación. El docente tiene la difícil tarea de hacer que las actividades escolares sean interesantes para el estudiante y debe buscar las herramientas necesarias para producir ese cambio positivo (Escaño y Gil, 2008). Con la gamificación se consigue que el aprendizaje, llevado a cabo de una forma lúdica y novedosa, sea satisfactorio para el alumnado al mismo tiempo que atractivo.

Garaigordobil (1992) recalca la importancia del juego en el proceso de aprendizaje, pero a pesar de ello, en muchos colegios e institutos se considera una distracción o una forma de rellenar el tiempo sin aprovechar el potencial didáctico de éste (Cornellà et al., 2018), no considerándose un *trabajo serio*. Marín et al., (2015), constatan que el juego genera un estímulo físico y mental, ejercita la concentración, suscita curiosidad y, además, es una forma de establecer vínculos afectivos con los otros compañeros de aula. El alumno es el principal protagonista de su aprendizaje, y para que éste sea significativo, es necesario vincularlo con sus propios intereses (Coll, 1988). Por lo que un juego de preguntas enfocado en los dinosaurios, puede resultar muy atractivo para alumnos al inicio de la secundaria. Sanz-Pérez et al., (2020) no sólo recoge en su experiencia el beneficio sobre la motivación de la gamificación en paleontología, sino que, además, señala que fomenta el trabajo en equipo y sirve para introducir conceptos básicos de esta ciencia.

De cara a dinamizar al alumnado, una actividad dinámica e interactiva genera un reto que obliga al alumnado a hacerse preguntas y comunicarlas, llegando así a conclusiones razonadas. Tener un proyecto como meta, planeado, llevado a cabo y evaluado por los propios alumnos genera un nivel de satisfacción mayor entre ellos. Esto, conocido como Aprendizaje Basado en Proyectos (Blank, 1997; Dickinson, et al, 1998; Harwell, 1997) tiene su base en el constructivismo y lleva el aprendizaje más allá del aula clase. Karin y Vianni (2001) establecen que los alumnos y alumnas aprenden construyendo sus propios conocimientos partiendo de conceptos actuales y de otros previamente conocidos. Este tipo de aprendizaje ayuda a los estudiantes a obtener nuevos conocimientos y habilidades, a enfrentarse y resolver problemas y a solucionar ejercicios complicados partiendo de estos nuevos conceptos y habilidades (Galeana, 2006). A la hora de concebir estos proyectos, también es importante que el alumnado no sólo diseñe, sino que proyecte cómo llevarlo a cabo, administrando los recursos disponibles, elaborando un presupuesto y, a poder ser, haciendo uso de material reciclado o reciclable, mejorando así sus capacidades de planificación y gestión (García-Carmona 2020). La elaboración de prácticas científicas no reside sólo en la novedad de éstas, sino en cómo

se integran y con qué propósito, con el objetivo de mejorar la competencia científica de los estudiantes (García-Carmona, 2021)

Con el simulacro de excavación, se pretende que los propios alumnos piensen en estas variables y que saquen conclusiones, ya que el proceso enseñanza-aprendizaje es directamente proporcional a la interactividad de éste (Alcalá et al., 2010). Sánchez-Fontela et al., (2019) señalan la alta satisfacción de los adolescentes en talleres didácticos sobre paleontología y geología, así como la asimilación de conceptos derivados de estas ciencias.

En definitiva, para aumentar la motivación estudiantil, es fundamental fomentar la competencia y brindar al alumnado unas clases de teoría basadas en una instrucción directa de alta calidad, reflexiva y planificada. Esta combinación generará una sensación de logro, robustecerá su autoconfianza y desarrollará su sentido de competencia (Barker, 2020). Torcida Fernández-Baldor et al., (2003) subraya los enormes beneficios combinando las clases de teoría y la práctica fuera del aula, de la misma forma que un trabajo de campo bien organizado mejora la capacidad de trabajo en equipo, además de aportar una visión interdisciplinar para la resolución de problemas (Stoker y Boyle, 2009).

En conclusión, desde que somos pequeños, los dinosaurios son objeto de fascinación y podemos pasar horas explorando sobre ellos y su mundo (Ruiz-Martín, 2020) y deberían ser aprovechados como recurso didáctico para construir principios científicos básicos (Pedrinaci, 1993), como el tiempo geológico, además de para generar una alta motivación en el alumnado (Sami et al., 2017).

## **IV. ACTIVIDADES**

### **Contexto de aula**

La propuesta didáctica se ha planteado con respecto a un curso de 1º de la ESO que consta de 26 alumnos, 11 chicas y 15 chicos. Se trata de un alumnado de bajo-medio nivel socioeconómico y de diversas nacionalidades.

Estos alumnos y alumnas funcionan sin libro de texto en la asignatura de *Biología y Geología*, con fichas que les proporciona el docente, además de apuntes que ellos mismos toman de las diapositivas que proyecta el profesor. Se han iniciado este curso en la toma de apuntes y, en ocasiones, les cuesta mucho discernir lo importante de lo menos relevante, acostumbrados a ser guiados en todo momento en la Educación Primaria.

Respecto al clima de aula, son un alumnado inquieto y en ocasiones, rebelde. Algunos se encuentran todavía en la niñez y otros, de lleno en los cambios de la adolescencia, por lo que se genera una interesante mezcla de caracteres. Si bien es verdad que, en ocasiones, el docente debe recuperar su atención ya que se despistan con facilidad. Son alumnos y alumnas llenos de preguntas e inquietudes que recibieron ilusionados la propuesta sobre dinosaurios.

Si atendemos a la diversidad, algunos de ellos están en proceso de diagnóstico de TDH o TDAH por la orientadora del Centro.

### **Metodología de la Propuesta**

Durante en el transcurso de la propuesta didáctica del presente informe, se han utilizado diferentes metodologías:

1. Se usará **instrucción directa** para las clases teóricas sobre reptiles y aves. Mediante esta metodología, se pudo guiar a la clase en el temario de una forma activa y dinámica. Haciendo partícipe al alumnado de su aprendizaje en todo momento, realizando sondeos de aprendizaje con preguntas dirigidas o al azar, intentando mantener su atención durante el transcurso de la actividad.
2. La **gamificación**, se utilizará durante la primera actividad propuesta, desencadenante directa de las tres primeras sesiones. Mediante el juego se pretende no sólo dinamizar al alumnado, sino motivarlo y asentar los conocimientos vistos en clase. Además, es una forma de crear nuevos lazos afectivos entre el alumnado.
3. Para el simulacro de excavación se va a usar un **aprendizaje basado en proyectos**. Teniendo el proyecto de excavación como meta, será el propio alumnado quien lo planee, lo lleve a cabo y se evalúe, sacando el aprendizaje fuera del aula clase. Esta técnica deriva del constructivismo, en la que se pretende que los estudiantes construyan sus propios conocimientos partiendo de la base de conceptos previos y de otros nuevos que adquieran en el transcurso de la actividad.

### Secuenciación de la Propuesta didáctica

La secuenciación de la propuesta didáctica se expone en la **Tabla 2**.

**Tabla 2.** Secuenciación de la Propuesta didáctica. Elaboración propia.

Temporalización	Actividad	Duración (min)	Recursos
<b>Sesión 1.</b> Martes 25 de abril	Evaluación Inicial. Realizada tras una actividad previa no relacionada con esta propuesta,	20	Hojas impresas
<b>Sesión 2.</b> Jueves 20 de abril	Clase sobre los reptiles. Introducción a los dinosaurios.	50	Proyector, pizarra digital, fósiles.
<b>Sesión 3.</b> Viernes 21 de abril.	Las aves. Relación evolutiva ave-dinosaurio.	50	Proyector, pizarra digital, fósiles.
<b>Sesión 4.</b> Martes 2 de mayo	Juego de preguntas <i>¿Sabes más de dinosaurios que un alumno/a de primaria?</i>	50	Proyector, dinosaurios de plástico, galletas de dinosaurios.
<b>Sesión 5 y 6.</b> No realizada en el Prácticum.	Simulacro de Excavación. <i>Cazadores de fósiles: Desenterrando el pasado.</i>	50+50	Réplicas de fósiles, recinto con tierra/arena, brochas.
<b>Sesión 7.</b> No realizada en el Prácticum.	Exposición de conclusiones.	50	Proyector.

## **Elementos curriculares involucrados**

Las competencias específicas, de acuerdo con la Orden ECD/1172/2022, de 2 de agosto, son la concreción de los descriptores establecidos en el perfil de los estudiantes al finalizar la educación secundaria. Los saberes son, por lo tanto, el medio para abordar las competencias específicas, así como los conocimientos mínimos en la materia que los alumnos deben adquirir. Los criterios de evaluación son indicadores que permiten medir el grado de desarrollo de esas competencias, y el profesorado puede vincularlos de manera flexible con los conocimientos de la materia durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, obteniendo así una perspectiva del rendimiento de los estudiantes.

La relación entre competencias específicas y criterios de evaluación presentes en este trabajo, se exponen en la **Tabla 3**.

**Tabla 3.** Competencias específicas y su relación con los criterios de evaluación de esta propuesta. (Ley Orgánica 3/2020)

<b>CE.BG.1</b>	
Interpretar y transmitir información y datos científicos y argumentar sobre ellos utilizando diferentes formatos para analizar conceptos y procesos de las ciencias biológicas y geológicas.	
<b>1.1.</b> Analizar conceptos y procesos biológicos y geológicos interpretando información en diferentes formatos (modelos, gráficos, tablas, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos, páginas web, etc.), manteniendo una actitud crítica y obteniendo conclusiones fundamentadas.	<b>1.2.</b> Facilitar la comprensión y análisis de información relacionada con los saberes de la materia de Biología y Geología transmitiéndola de forma clara utilizando la terminología y el formato adecuados (modelos, gráficos, tablas, vídeos, informes, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos, contenidos digitales...).
<b>1.3.</b> Analizar y explicar fenómenos biológicos y geológicos representándolos mediante modelos y diagramas y utilizando, cuando sea necesario, los pasos del diseño de ingeniería (identificación del problema, exploración, diseño, creación, evaluación y mejora)	
<b>CE.BG.2</b>	
Identificar, localizar y seleccionar información, contrastando su veracidad, organizándola y evaluándola críticamente para resolver preguntas relacionadas con las ciencias biológicas y geológicas.	
<b>2.2</b> Reconocer la información sobre temas biológicos y geológicos con base científica, distinguiéndola de pseudociencias, bulos, teorías conspiratorias y creencias infundadas y manteniendo una actitud escéptica ante estos.	
<b>CE.BG.3</b>	
Planificar y desarrollar proyectos de investigación, siguiendo los pasos de las metodologías propias de la ciencia y cooperando cuando sea necesario para indagar en aspectos relacionados con las ciencias geológicas y biológicas.	
<b>3.2.</b> Diseñar la experimentación, la toma de datos y el análisis de fenómenos biológicos y geológicos de modo que permitan responder a preguntas concretas y contrastar una hipótesis planteada.	<b>3.3.</b> Realizar experimentos y tomar datos cuantitativos o cualitativos sobre fenómenos biológicos y geológicos utilizando los instrumentos, herramientas o técnicas adecuadas con corrección.

<b>3.2.</b> Diseñar la experimentación, la toma de datos y el análisis de fenómenos biológicos y geológicos de modo que permitan responder a preguntas concretas y contrastar una hipótesis planteada.	<b>3.3.</b> Realizar experimentos y tomar datos cuantitativos o cualitativos sobre fenómenos biológicos y geológicos utilizando los instrumentos, herramientas o técnicas adecuadas con corrección.
<b>CE.BG.4</b> Utilizar el razonamiento y el pensamiento computacional, para resolver problemas o dar explicación a procesos de la vida cotidiana relacionados con la biología y la geología, analizando críticamente las respuestas y soluciones y reformulando el procedimiento, si fuera necesario.	
<b>4.1.</b> Resolver problemas o dar explicación a procesos biológicos o geológicos utilizando conocimientos, datos e información aportados, el razonamiento lógico, el pensamiento computacional o recursos digitales.	
<b>4.2.</b> Analizar críticamente la solución a un problema sobre fenómenos biológicos y geológicos	

Las Competencias Clave son la versión adaptada al sistema educativo español de las competencias clave establecidas en la Recomendación del Consejo de la Unión Europea, según la Orden ECD/1172/2022, de 2 de agosto. El propósito de estas competencias es establecer una conexión entre éstas y los desafíos del siglo XXI. Se considera que el logro de estas competencias, junto con los objetivos de la LOMLOE para completar la educación secundaria obligatoria, está directamente relacionado con la adquisición y desarrollo de las competencias clave.

Estas competencias se entrelazan entre sí, de manera que el desarrollo de una contribuye a la adquisición de las demás. No hay una jerarquía ni una exclusividad de una materia en particular. Los descriptores operativos de las competencias clave, junto con los objetivos de la etapa, conforman el marco de referencia a partir del cual se definen las competencias específicas de cada área.

La relación entre competencias clave y descriptores operativos presentes en este trabajo, se exponen en la **Tabla 4**.

**Tabla 4.** Relación entre competencias clave y descriptores operativos presentes en esta propuesta. (Ley Orgánica 3/2020).

<b>Competencia en comunicación lingüística (CCL)</b>
<b>CCL1.</b> Se expresa de forma oral, escrita, signada o multimodal con coherencia, corrección y adecuación a los diferentes contextos sociales, y participa en interacciones comunicativas con actitud cooperativa y respetuosa tanto para intercambiar información, crear conocimiento y transmitir opiniones, como para construir vínculos personales.
<b>CCL3.</b> Localiza, selecciona y contrasta de manera progresivamente autónoma información procedente de diferentes fuentes, evaluando su fiabilidad y pertinencia en función de los objetivos de lectura y evitando los riesgos de manipulación y desinformación, y la integra y transforma en conocimiento para comunicarla adoptando un punto de vista creativo, crítico y personal a la par que respetuoso con la propiedad intelectual.



<b>CCL5.</b> Pone sus prácticas comunicativas al servicio de la convivencia democrática, la resolución dialogada de los conflictos y la igualdad de derechos de todas las personas, evitando los usos discriminatorios, así como los abusos de poder, para favorecer la utilización no solo eficaz sino también ética de los diferentes sistemas de comunicación.
<b>Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM)</b>
<b>STEM1.</b> Utiliza métodos inductivos y deductivos propios del razonamiento matemático en situaciones conocidas, y selecciona y emplea diferentes estrategias para resolver problemas analizando críticamente las soluciones y reformulando el procedimiento, si fuera necesario.
<b>Competencia digital (CD)</b>
<b>CD1.</b> Realiza búsquedas en internet atendiendo a criterios de validez, calidad, actualidad y fiabilidad, seleccionando los resultados de manera crítica y archivándolos, para recuperarlos, referenciarlos y reutilizarlos, respetando la propiedad intelectual.
<b>Competencia personal, social y de aprender a aprender (CPSAA)</b>
<b>CPSAA3.</b> Comprende proactivamente las perspectivas y las experiencias de las demás personas y las incorpora a su aprendizaje, para participar en el trabajo en grupo, distribuyendo y aceptando tareas y responsabilidades de manera equitativa y empleando estrategias cooperativas.
<b>Competencia emprendedora (CE)</b>
<b>CE3.</b> Desarrolla el proceso de creación de ideas y soluciones valiosas y toma decisiones, de manera razonada, utilizando estrategias ágiles de planificación y gestión, y reflexiona sobre el proceso realizado y el resultado obtenido, para llevar a término el proceso de creación de prototipos innovadores y de valor, considerando la experiencia como una oportunidad para aprender.
<b>Competencia en conciencia y expresión culturales (CCEC)</b>
<b>CCEC1.</b> Conoce, aprecia críticamente y respeta el patrimonio cultural y artístico, implicándose en su conservación y valorando el enriquecimiento inherente a la diversidad cultural y artística

A continuación, se expone en la **Tabla 5** un resumen con los criterios de evaluación y las competencias clave involucradas en las actividades y sesiones.

**Tabla 5.** Elementos curriculares involucrados en las actividades. Elaboración propia.

<b>Actividades</b>	<b>Competencias específicas (criterios de evaluación)</b>	<b>Competencias clave (descriptorios operativos)</b>
<b>Sesiones 2 y 3.</b> Clase sobre reptiles, aves y evolución.	CE.BG.1 (1.1, 1.2)	CCL1, CCL3
	CE.BG.2 (2.2)	
	CE.BG.4 (4.1, 4.2)	
<b>Sesión 4</b> Juego de preguntas <i>¿Sabes más de dinosaurios que un alumno/a de primaria?</i>	CE.BG.1 (1.1, 1.2)	CCL1, CCL5, CPSAA3.
	CE.BG.4 (4.1)	
<b>Sesión 5 y 6</b>	CE.BG.1 (1.1)	CCL1, STEM1, CD1, CPSAA3, CE3, CCEC1
	CE.BG.3 (3.2, 3.3, 3.4, 3.5)	

<i>Cazadores de fósiles: Desenterrando el pasado.</i>	CE.BG.4 (4.1)	
<b>Sesión 7</b> Exposición de conclusiones	CE.BG.1 (1.1, 1.3)	CCL1, CCL3, STEM1, CD1, CPSAA3, CE3, CCEC1
	CE.BG.2 (2.2)	
	CE.BG.3 (3.4, 3.5)	
	CE.BG.4 (4.1, 4.2)	

### Sesión1. Evaluación inicial

Se compone de la realización de la evaluación inicial que se explicó en el apartado anterior. Tuvo una duración de 20 minutos y se realizó al final de una clase teórica previa no relacionada con los contenidos de esta propuesta. Los resultados obtenidos en esta evaluación ya se han comentado anteriormente.

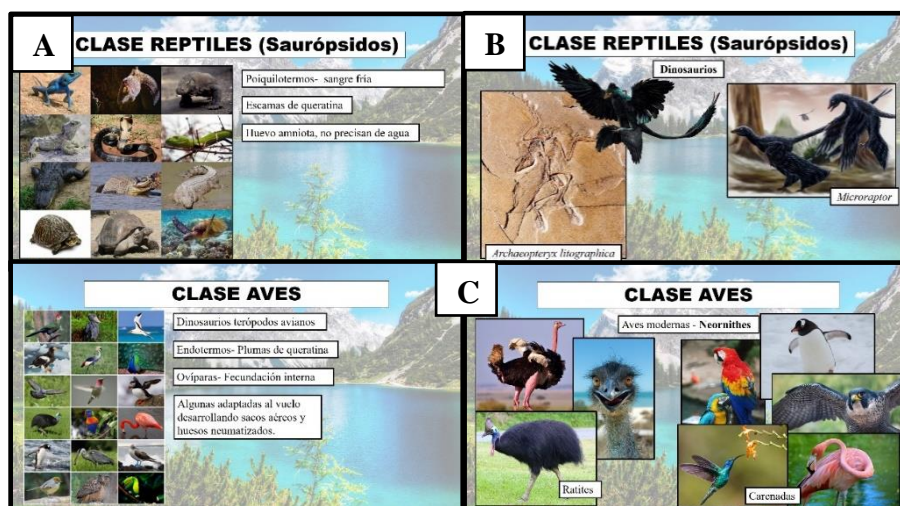
### Sesión 2 y 3. La teoría antes de la práctica

#### **Introducción y contextualización**

Ambas sesiones constan de una duración de 50 minutos, correspondientes a la duración normal de una clase en el instituto. Mediante instrucción directa, se impartirán la parte de la taxonomía animal correspondiente a los reptiles, aves y las relaciones evolutivas entre ambos grupos de animales.

- Reptiles (Fig.1.A): En esta parte se explicarán las características generales del grupo: recubiertos de escamas, sangre fría, huevo amniota, etc. Además de clasificarlos en testudines (tortugas), saurios, varanos y serpientes.
- Introducción a los dinosaurios (Fig.1.B): Se presentará este grupo de reptiles sin entrar a clasificarlos en detalle, pero sí especificando que los terópodos o dinosaurios carnívoros dieron lugar a las aves y que, por tanto, estas son dinosaurios. Se aclarará que reptiles voladores (pterosaurios) y reptiles marinos, no son dinosaurios.
- Aves (Fig.1.C): Se incidirá en las relaciones evolutivas entre aves y dinosaurios, pasando a las características generales del grupo (cuerpo emplumado, neumatización, adaptaciones al vuelo, etc). También se clasificarán en carenadas (voladoras) y ratites (corredoras).

**Fig.1. A.** Diapositiva usada en la clase de reptiles; **B.** Diapositiva de la relación evolutiva dinosaurio-ave; **C.** Diapositivas usadas en la clase de aves.



## Objetivos didácticos

Los objetivos didácticos que se proponen para estas dos sesiones son:

1. Identificar y describir las características generales de los reptiles y las aves, así como reconocer ejemplos representativos.
2. Definir el concepto dinosaurio y diferenciarlo de reptiles marinos y voladores.
3. Analizar las adaptaciones evolutivas de los dinosaurios terópodos hacia las aves.
4. Explorar las evidencias fósiles que evidencian dicho tránsito evolutivo.

## Elementos curriculares involucrados

Si atendemos al currículo, esta actividad se engloba en los siguientes bloques de saberes y sus consiguientes saberes básicos de Biología y Geología:

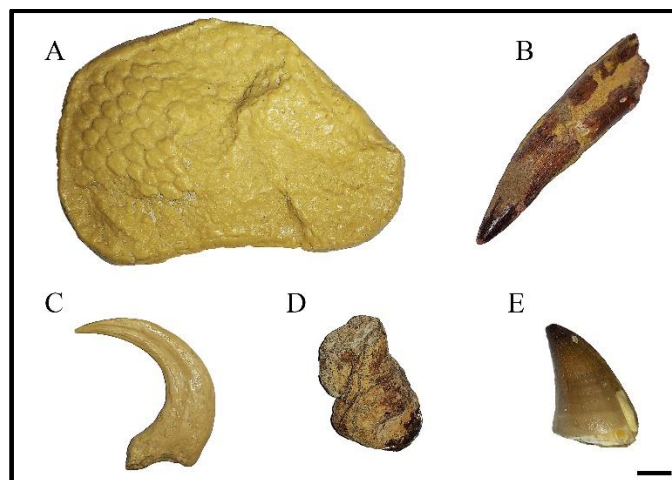
- D. Seres vivos - La Célula.
  - Los seres vivos: diferenciación y clasificación en los principales reinos.
  - Los principales grupos taxonómicos.

Los criterios de evaluación, las competencias clave y los descriptores operativos asociados a esta actividad se pueden consultar en la **Tabla 5**.

## Temporalización y recursos

Estas sesiones se llevaron cabo consecutivamente en los días 20 y 21 de abril, con una duración de 50 minutos cada una, la duración normal de una clase en el instituto. Tuvieron lugar en el aula clase normal con los recursos del proyector de diapositivas y la pizarra digital. Como el instituto sólo tenía fósiles de invertebrados y no de dinosaurios o de otros vertebrados mesozoicos, yo mismo llevé las muestras (Fig.2).

**Fig.2.** A. Réplica de piel de saurópodo; B. Diente de *Spinosaurus aegyptiacus*. C. Réplica de garra de *Velociraptor mongoliensis*; D. Coprolito de terópodo; E. Diente de *Mosasaurus hoffmani*. Escala 1cm. Elaboración propia.



## **Descripción de la actividad**

Estas sesiones, al ser teóricas se encauzaron del siguiente modo:

La clase comenzaba introduciendo el grupo animal correspondiente con sus características generales y su clasificación taxonómica, siempre relacionándolo con la evolución. Al impartirse mediante la metodología de instrucción directa, me permitía interactuar con el alumnado mediante preguntas dirigidas a la clase.

Para ello, realizaba sondeos de aprendizaje con el objetivo de ver si retenían los conceptos y de mantener su atención. Realizaba preguntas tanto dirigidas a un alumno o alumna, como preguntas al azar. Con este fin, pedía un número al azar con el que conseguía un nombre del listado de estudiantes. Para evitar que dijese el número de X alumno, lo multiplicaba por 2 y empezaba a contar desde el último estudiante en participar.

La clase finalizaba con muestras fósiles de *visu* que poníamos en contexto con lo que se había visto en la teoría. Así, por ejemplo, les mostré un diente de *Mosasaurus* relacionándolo con sus parientes vivos, los varanos, poniendo de manifiesto que eran reptiles marinos y no dinosaurios. Con respecto a la relación aves-dinosaurios, les mostré la réplica de una garra de *Velociraptor*, al mismo tiempo que les mostraba en diapositivas la garra de una rapaza, muy similar en morfología.

## **Evaluación**

Para la evaluación de estas dos sesiones, se utilizará una rúbrica de observación que valorará tanto la atención y el comportamiento en clase como los sondeos de aprendizaje realizados, con el fin de recopilar datos objetivos del desempeño de los estudiantes.

Como instrumento de calificación (una vez finalizada la propuesta) se realizará un examen con 20 preguntas tipo test de opción múltiple y de verdadero o falso, además de 2 preguntas cortas de desarrollo, con el objetivo de asignar una nota cuantitativa a los logros de los estudiantes.

## **Análisis de los resultados de aprendizaje**

Después de las clases teóricas que componían ambas sesiones los estudiantes mostraron un interés inusual con respecto a otros temas tratados en clase. Los dinosaurios son un tema que les gusta y les motiva, y no dudaron en hacer preguntas sobre el tema. Las ideas preconcebidas poco a poco parece que fueron desapareciendo y retenían conceptos importantes como que las aves son dinosaurios y que, por tanto, éstos no se han extinto. Sin embargo, sí que les era más difícil reconocer que los pterosaurios y los diferentes tipos de reptiles marinos no son dinosaurios, ya que aparecen como tales, ya no sólo en películas, sino en muchos libros divulgativos. El hecho de llevar fósiles auténticos al aula y que pudiesen tocarlos despertó mucho su interés ya que es algo novedoso e innovador que no pueden hacer a diario.

## Sesión 4. Juego ¿Sabes más de dinosaurios que un alumno/a de primaria?

### **Introducción y contextualización**

Esta actividad se planeó como consecuencia directa de la evaluación inicial y de las sesiones 2 y 3, con la teoría de reptiles, aves y la relación filogenética entre ambos grupos. En la evaluación inicial mostraron sus fortalezas y debilidades en el tema, lo que me sirvió a la hora de impartir las sesiones 2 y 3. Este juego funciona tanto para resolver posibles dudas, afianzar conocimientos sobre el tema e intentar motivar a un alumnado con un gran desinterés en las ciencias de la tierra.

### **Objetivos didácticos**

Los objetivos que se pretenden conseguir son los siguientes:

1. Adquirir conocimientos relativos a los dinosaurios y despertar el interés por la paleontología.
2. Familiarizarse con la nomenclatura científica binomial.
3. Estimular el pensamiento crítico analizando imágenes y realizando hipótesis.
4. Fomentar la colaboración en equipo jugando en grupos, teniendo que decidir la respuesta entre los estudiantes.

### **Elementos curriculares involucrados**

Si atendemos al currículo, esta actividad se engloba en los siguientes bloques de saberes y sus consiguientes saberes de Biología y Geología:

- D. Seres vivos - La Célula.
  - Los seres vivos: diferenciación y clasificación en los principales reinos.
  - Los principales grupos taxonómicos.

Los criterios de evaluación, las competencias clave y los descriptores operativos asociados a esta actividad se pueden consultar en la **Tabla 5**.

### **Temporalización y recursos**

Esta sesión tuvo lugar el día martes 2 de mayo en el aula clase normal en la que se imparte la teoría. De la clase de 50 minutos, se usaron los 10 primeros para explicar las normas del juego y formar los grupos y otros 40 minutos para realizarlo.

Respecto a los recursos, se utilizó el proyector de la clase para poner las diapositivas referentes al juego, con las preguntas y las respuestas. Para señalar las puntuaciones, se usaron dinosaurios de plástico que ya tenía de otras dinámicas en mi vida profesional, por lo que no hubo que gastar recursos económicos (Fig.3). El premio consistió en galletas de dinosaurio para todos.

**Fig.3.** Figuras de plástico utilizadas como puntuación en el juego. Elaboración propia.



### Descripción de la actividad

La actividad comenzó explicando al alumnado que se iba a realizar un juego. Respecto a la formación de grupos los hice yo mismo, procurando que fuesen mixtos entre chicos y chicas y lo más heterogéneos posibles, mezclando alumnos aplicados con otros más desmotivados. Son 26 alumnos, por lo que formarán 4 grupos de 6 estudiantes, siendo dos grupos de 7, colocándose alrededor de la clase de cara al proyector.

El siguiente paso fue ponerles un vídeo del youtuber y divulgador paleontológico *Pakozoico*, saludándolos y presentándoles el juego, puesto que muchos me referenciaron sus vídeos y lo tenían como referente paleontológico.

La normativa del juego que se explicó es la siguiente:

Para empezar el juego de forma justa y aleatoria, se decidió que comenzaría el grupo con el alumno o alumna más joven. Se proyectará una diapositiva acompañada de diversas imágenes relacionadas con los animales que aparecían en la evaluación inicial (Fig.4) acompañada de una pregunta. Por ejemplo: *¿El Pteranodon longiceps es un dinosaurio?*

**Fig.4.** Diapositiva con la pregunta. Elaboración propia.



Cada pregunta será respondida por un grupo solamente, girando en dirección de las agujas del reloj. El grupo debe nombrar a un portavoz y decidir la respuesta por unanimidad. Las respuestas *sí* y *no* al azar no cuentan como válidas, sino que deben dar una respuesta razonada. En caso de no contestar o errar la respuesta, hay rebote para el siguiente grupo. En cada ronda, el grupo elegirá un portavoz diferente, de forma que todos

puedan participar y expresarse oralmente. El juego consistirá en 12 rondas de preguntas, por lo que cada grupo tiene la oportunidad de responder, al menos, a tres cuestiones.

Puede existir penalización si alguien de otro grupo rebela la respuesta fuera de su turno, que consistirá en restar un punto a su equipo. Lo mismo que cualquier actitud antideportiva.

En las preguntas trampa, referentes a reptiles marinos, pterosaurios o al dragón de Komodo, por ejemplo, se aprovechará para explicar y aclarar el concepto (Fig.5) derivado del juego.

**Fig.5.** Diapositiva con la respuesta y la explicación. Elaboración propia.



En caso de empate al finalizar todas las rondas, se hará la “¡Pregunta Meteorito!”. Se realizará una pregunta a cada uno de los grupos empatados para decidir quién gana. El ganador del juego será el equipo que haya acumulado más dinosaurios de plástico como puntuación.

A pesar de que uno de los grupos sea el ganador del juego en sí, todos resultaron premiados con galletas de dinosaurios, habiéndonos asegurado previamente sobre intolerancias alimenticias. Con el juego no se fomenta la competitividad, sino que el alumnado aprenda de una forma lúdica y motivadora. La metodología empleada es la gamificación.

## Evaluación

Como instrumento de evaluación formativa se utilizará una rúbrica de participación en la que se tendrán en cuenta:

1. Participación: El nivel de participación de los estudiantes en el juego, incluyendo las veces que prestaron atención al rebote de las preguntas, no sólo las de su turno. Cuanta mayor es la participación mayor es el compromiso y la motivación por parte del alumnado.
2. Conocimientos adquiridos: La calidad de las respuestas y la progresión en los conceptos sobre dinosaurios desde la evaluación inicial a las respuestas a las preguntas del juego.
3. Retención de información: Se ha analizado si los datos y conceptos que se vieron en el aula en las sesiones 2 y 3, han sido asimilados. Sobre todo, la relación filogenética aves-dinosaurios.

4. Compromiso: La superación de problemas y un compromiso hacia una actividad en grupo mejora la motivación del alumnado.

Se decidió que el juego sería una actividad no calificable y que, por tanto, no será necesario ningún criterio ni instrumento de calificación.

### **Análisis de los resultados de aprendizaje**

El alumnado se implicó en el juego desde el primer momento, si bien es verdad, que no les gustó en un inicio no poder hacer los grupos. Conforme se explicaron las reglas todas las disconformidades quedaron atrás y tras resolver alguna duda del mecanismo, se procedió a jugar.

Me sorprendió gratamente el nivel de conocimientos alcanzado en comparación con los resultados de la evaluación inicial. Identificaban correctamente las aves como dinosaurios y casi todos identificaban dinosaurios, pterosaurios y reptiles marinos. También se habían deshecho de la idea del dragón de Komodo como dinosaurio o como animal mítico. Respecto a algunos distractores como *Basilosaurus* (ballena prehistórica), se aprovechó para hacer referencia a que las ballenas son mamíferos y a que sus antepasados tuvieron patas.

Fue una experiencia que disfrutaron mucho y que no sólo les sirvió para adquirir conocimientos paleontológicos, sino que mostraron interés y motivación por responder las preguntas. Además, establecieron nuevos lazos de complicidad con compañeros con los que no suelen interactuar.

### **Sesión 5 y 6. Cazadores de fósiles: Desenterrando el pasado**

#### **Introducción y contextualización**

Esta actividad está contextualizada con toda la propuesta anterior, como un acercamiento a los dinosaurios, además de sacar a los alumnos y alumnas del aula clase y que puedan aplicar los conocimientos teóricos biológicos y geológicos en un trabajo de campo paleontológico.

#### **Objetivos didácticos**

Los objetivos que se pretenden conseguir son los siguientes:

1. Acercar la paleontología al alumnado de una forma dinámica e innovadora.
2. Aprender el proceso de extracción de un hueso de dinosaurio (o de otro tipo de fósiles) de un yacimiento paleontológico.
3. Valorar el trabajo grupal e interactivo.
4. Construir su propio aprendizaje, planear un proyecto y llevarlo a cabo.



## Elementos curriculares involucrados

Si atendemos al currículo, esta actividad se engloba en los siguientes bloques de saberes y sus consiguientes saberes de Biología y Geología en 1º ESO:

- A. Proyecto Científico:
  - La respuesta a cuestiones científicas mediante la experimentación y el trabajo de campo: utilización de los instrumentos y espacios necesarios (laboratorio, aulas, entorno, etc.) de forma adecuada.
  - Modelado como método de representación y comprensión de procesos o elementos de la naturaleza.
- B. Estructura y materiales de la Tierra.
  - El Ciclo de las rocas.
- D. Seres vivos - La Célula
  - Los seres vivos: diferenciación y clasificación en los principales reinos.
  - Los principales grupos taxonómicos.

Los criterios de evaluación, las competencias clave y los descriptores operativos asociados a esta actividad se pueden consultar en la **Tabla 5**.

## Temporalización y recursos

Esta sesión tendrá una duración de 100 minutos, se llevará a cabo durante dos clases y tendrá lugar en las zonas verdes del instituto. Las réplicas se han hecho con material reciclable que no supone gasto. Sólo se necesitaría un arenero o similar, brochas de pintor pequeñas, disponibles en el aula de plástica y cajas de cartón Como instrumento de medida, se precisará una cinta métrica de costurero.

## Descripción de la actividad

En esta sesión involucraríamos la transversalidad del currículo LOMLOE, concretamente con la asignatura de *Educación plástica, visual y audiovisual*, poniéndonos de acuerdo con la docente de esta materia. Nos basaríamos en el bloque de saberes:

- C. Expresión artística y gráfico-plástica: técnicas y procedimientos.
  - Técnicas básicas de expresión gráfico-plástica en tres dimensiones.

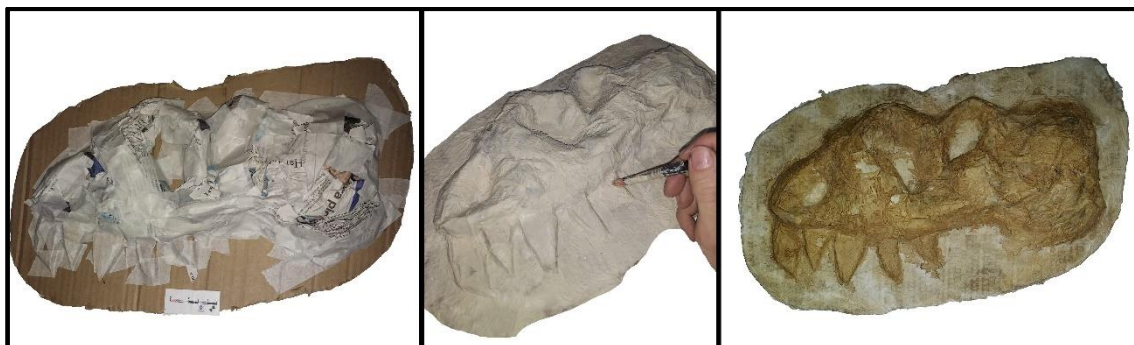
El alumnado fabricará previamente, durante 2 sesiones de clase dedicadas a la asignatura de *Educación plástica, visual y audiovisual*, su propia réplica fósil. Para ello se dividiría a los estudiantes en 6 grupos, cuatro con 4 alumnos y otros dos con 5. Cada grupo deberá construir su propio hueso, icnita u otro fósil mediante una búsqueda en cualquier base de datos (por ejemplo, Museo de Ciencias Naturales de Zaragoza). Se delimitará el campo de búsqueda y será el docente quien reparta al azar el tipo de fósil que van a construir. Por ejemplo, se puede acotar el campo al *Cretácico inferior de Teruel*, teniendo un grupo que representará un fósil de un dinosaurio carnívoro, otro de un herbívoro, una icnita, algún invertebrado, alguna planta, etc... con el fin de acabar obteniendo una reconstrucción paleocológica de la zona.

El modelado se hará mediante materiales reciclables (papel de periódico, de cocina o latas de refresco) para dar forma al *fósil* que ellos mismos decidan, para luego

cubrirlo con trozos de papel de cocina y una mezcla a partes iguales de agua y cola blanca. Este proceso endurece la escultura que puede ser pintada con café (Fig.6).

El material es reciclable, lo que ayuda a integrar también los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) en las aulas.

**Fig.6.** Proceso de elaboración de una réplica de fósil con material reciclable. Elaboración propia.



Por temas de temporalización, el alumnado hará las réplicas en la asignatura de Educación plástica, visual y audiovisual, con el tiempo suficiente para realizarla, que se seque y poder pintarla con café, de forma que esté lista para la dinámica en la asignatura de Biología y Geología. El inicio del simulacro de excavación tendrá lugar dos días después de la finalización de las réplicas de fósiles, tiempo suficiente para que esté lista.

Se mantendrá la división de estudiantes en 6 grupos, cuatro con cuatro alumnos y otros dos con 5, los mimos que trabajaron juntos en clase de plástica. Éstos se realizarían procurando que fuesen mixtos entre chicos y chicas y lo más heterogéneos posibles, mezclando alumnos aplicados con otro más rebeldes. Se ha pensado en un aprendizaje basado en proyectos, en el que los alumnos sean los protagonistas de su propio aprendizaje teniendo que tomar ellos mismos todas las decisiones.

En la primera sesión que consta de 50 minutos el grupo clase tendrá que funcionar como un único grupo de paleontólogos excavadores, teniendo que ponerse de acuerdo, primero, para darle nombre al yacimiento fosilífero y, segundo, las siglas que van a utilizar para sus hallazgos. Debemos recordarles que, aunque vayan a funcionar como grupos separados, todos forman parte del mismo equipo científico.

Por turnos, cada grupo enterrará la réplica que ha realizado en clase de plástica, dentro de la zona acotada para realizar la actividad, sin que el resto de compañeros sepa qué han enterrado ni dónde. En este caso, es importante jugar con el secretismo.

El resto de la sesión la dedicarán a escribir el protocolo de actuación cómo excavar, cómo dibujar el hallazgo, cómo tomar las medidas a lo ancho y a lo largo, etc. El docente supervisará este protocolo, comunicando las herramientas que tendrán a su disposición y reajustándolo si fuese necesario. En esta dinámica de grupo, las decisiones se toman por unanimidad y todas las voces tienen que ser escuchadas por el resto del grupo.

La segunda sesión de 50 minutos se realizará, a poder ser, al día siguiente. Ésta comenzará con el docente, que sabe donde ha enterrado cada grupo su pieza, asignará a cada uno de los grupos una zona diferente, de forma que cada uno excave una pieza que no sea la suya (Fig.7). Señalaremos, una vez más, que un equipo paleontológico se compone de diferentes grupos, aunque excaven de forma separada. Es un trabajo en equipo.

**Fig. 7.** Proceso de extracción de una réplica en un simulacro de excavación. Madrid, 2023.



Cada grupo, deberá proceder según su propio protocolo establecido en la sesión anterior, realizando los dibujos que se consideren oportunos, así como las medidas, rellenando una ficha entregada por el docente (anexo, ficha de excavación). Como caso excepcional, se les permitirá sacar el móvil para realizar fotos del proceso de extracción de cara al informe final.

Las réplicas se embalarán con el mismo cuidado que si se tratase de fósiles auténticos, y deberán siglarse correctamente. En la ficha, a parte de la sigla correspondiente y el nombre de los componentes del grupo, deberán averiguar qué han querido representar sus compañeros con la réplica: un fémur, un cráneo, un invertebrado, una huella de dinosaurio, etc.

La actividad terminará en cuanto todos los grupos hayan excavado su réplica, hayan realizado la toma de datos según su criterio y hayan extraído la pieza, embalado y siglado la réplica correspondiente.

## **Evaluación**

Se utilizará como instrumento de evaluación una rúbrica en la que se atenderá a:

1. Adquisición de conocimientos: La comprensión de conceptos científicos relacionados con la paleontología, la comprensión de la anatomía y características de los dinosaurios diferenciándolos de otros organismos, así como la familiaridad con los métodos y técnicas utilizados en una excavación paleontológica.
2. Proyecto científico: Habilidades como la observación, la interpretación de los datos obtenidos y la documentación adecuada para realizar la propia réplica e identificar la que han excavado.
3. Trabajo en equipo y colaboración: Comunicación efectiva entre los compañeros, la distribución equitativa de las tareas, la resolución conjunta de los problemas

que pueda haber sobre el terreno. Se tendrá en cuenta la cohesión y la eficacia del equipo durante la actividad.

4. Conocimientos adquiridos: Cada fósil debe ir acompañado con un contexto geológico adecuado (saberes impartidos en este curso), no se forma de igual modo una icnita que el fósil de un fémur, por ejemplo. Una vez más, deberán realizar una búsqueda bibliográfica adecuada.
5. Reflexión: Se tendrá en cuenta la capacidad de los estudiantes para identificar sus puntos fuertes y débiles, establecer metas de aprendizaje y evaluar sus propios resultados.

Como instrumento de calificación se utilizará la ficha que todos los grupos deberán rellenar sobre su hallazgo. Respecto a las réplicas, podrían ser aprovechadas y usarse como instrumento de calificación desde el área de Educación Plástica, Visual y Audiovisual aprovechando la transversalidad LOMLOE.

### **Análisis de los resultados de aprendizaje**

Basándome en mi experiencia previa, el alumnado tiende a implicarse mucho en este tipo de prácticas fuera del aula, siendo una importante fuente de motivación, estando el aprendizaje del alumnado ligado a sus experiencias educativas (Wieman, 2017). El estudiante asume un papel protagónico al plantear un problema, lo cual le permite adquirir conocimientos, habilidades y cualidades propias de la metodología científica (Anderson, 2002). Así, podemos abordar la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva indagadora.

Trabajar con dinosaurios permite acceder transversalmente a un gran número de nuevos conceptos como el tiempo geológico, la evolución o la taxonomía y la sistemática (Royo-Torres et al., 2021). El acotar los resultados a un periodo geológico y zona geográfica concreta, implica que los alumnos y alumnas deben realizar búsquedas en bases de datos y leer bibliografía, que de otra forma no harían, obteniendo así nuevos conocimientos en el proceso partiendo de los que ya tenían. Además, al establecer su propio protocolo, aprenden construyendo su propio conocimiento, enfrentándose a un reto y resolviendo el problema partiendo de estos nuevos conceptos y habilidades.

### **Sesión 7. Puesta en común**

#### **Introducción y contextualización**

La sesión 7 tendrá una duración de 50 minutos y consistirá en una puesta en común y un análisis crítico de los resultados de cada grupo obtenidos en el simulacro de excavación.

#### **Objetivos didácticos**

Se proponen los siguientes objetivos didácticos:

- Razonar sobre su propio protocolo y explicarlo ante sus compañeros.

- Discernir qué *fósil* han hallado y qué han querido representar sus compañeros.
- Crear una reconstrucción paleoecológica/cadena trófica grupal con los resultados obtenidos.
- Aprender a apreciar el patrimonio paleontológico de Aragón.

### **Temporalización y recursos**

Se trata de la última sesión de esta propuesta didáctica y tendrá una duración de 50 minutos. Se llevará a cabo en el aula clase normal y no precisa más recursos que el proyector.

### **Elementos curriculares involucrados**

Si atendemos al currículo, esta actividad se engloba en los siguientes bloques de saberes y sus consiguientes saberes de Biología y Geología en 1º ESO:

- A. Proyecto Científico:
  - La respuesta a cuestiones científicas mediante la experimentación y el trabajo de campo: utilización de los instrumentos y espacios necesarios (laboratorio, aulas, entorno, etc.) de forma adecuada.
  - Modelado como método de representación y comprensión de procesos o elementos de la naturaleza.
- B. Estructura y materiales de la Tierra.
  - El Ciclo de las rocas.
- C. Ecología y sostenibilidad
  - Los ecosistemas del entorno, sus componentes bióticos y abióticos y los tipos de relaciones intraespecíficas e interespecíficas.
- D. Seres vivos – La Célula
  - Los seres vivos: diferenciación y clasificación en los principales reinos.
  - Los principales grupos taxonómicos.
  - Las especies del entorno: estrategias de identificación (guías, claves dicotómicas, herramientas digitales, visu, etc.).

Los criterios de evaluación, las competencias clave y los descriptores operativos asociados a esta actividad se pueden consultar en la **Tabla 5**.

### **Descripción de la actividad**

En primer lugar, cada grupo deberá explicar al resto de la clase qué protocolo han seguido y qué fósil han hallado. Deberán razonar qué creen que han querido representar sus compañeros, para lo que, previamente, han tenido que buscar información en bases de datos. Si alguno de los alumnos o alumnas no puede buscar información en sus casas, no tiene teléfono u ordenador, etc, los ordenadores de la biblioteca están siempre disponibles para su uso por parte del alumnado.

En la realización de esta presentación, todos los componentes del grupo deben participar y repartirse parte de la explicación, pudiendo expresarse todos oralmente.

Para presentar los datos, cada grupo podrá hacerlo a su libre elección ya sea en formato físico (*collage*, dossier, portfolio, etc) o en formato audiovisual (presentación, vídeo, etc).

Para ello, previamente habrán tenido que organizar los datos obtenidos en la sesión anterior y haberlos trabajado en casa. Una vez presentados todos los grupos, se procederá a una dinámica de pensamiento crítico en la que el grupo clase, a través de los resultados comunes, deberá hacer una reconstrucción paleoambiental, por ejemplo, del *Cretácico inferior de Teruel*. Así, podrán hacer una pirámide trófica, identificando productores primarios (vegetales), consumidores primarios (dinosaurios herbívoros) y consumidores secundarios (dinosaurios carnívoros). Además de justificar la presencia de otro tipo de fósiles relacionados con la actividad de los dinosaurios (icnitas) o de la presencia de invertebrados, por ejemplo.

El docente funciona como andamiaje, haciendo las preguntas precisas y llevando la situación de aprendizaje, fomentando el espíritu crítico. Se debe dejar hablar a los estudiantes, que expongan sus conclusiones, puesto que es un proyecto que ellos mismos han elaborado.

Serán los propios alumnos quienes evalúen y razonen si los hallazgos fraccionarios encontrados y su búsqueda bibliográfica previa, es suficiente para una reconstrucción paleoambiental o elaboración de una pirámide trófica. Esto se pondrá en contexto con el trabajo real de un paleontólogo, en el que la mayoría de las veces lo que encuentra son restos aislados, fragmentarios e información sesgada que se tiene que interpretar haciendo uso de herramientas y procedimientos científicos.

Finalmente, la propuesta didáctica terminaría una vez finalizada la reconstrucción, demostrándoles la ardua labor en la que consiste el trabajo de un paleontólogo y la importancia que tiene la conservación del patrimonio cultural y paleontológico.

## **Evaluación**

Como instrumento de evaluación se utilizará una rúbrica de participación en la que se valorará:

- Claridad de exposición, teniendo claro qué quieren transmitir y cual son sus objetivos
- Uso de recursos visuales. Se valorará positivamente el uso acertado de tablas, gráficas, *collages* o cualquier otra representación en formato audiovisual para ayudar en su presentación.
- Claridad de la respuesta cuando los compañeros o el docente les pregunten por su protocolo y proceso de actuación.
- Trabajo en equipo, todos los miembros de grupo tendrán que hablar en la exposición de forma que todos sean partícipes de su aprendizaje.
- Uso de vocabulario técnico a la hora de realizar la reconstrucción paleoambiental o pirámide trófica.

Como instrumento de calificación se usará la presentación de resultados en el formato que el alumnado haya decidido, bien sea escrito (*collage*, portfolio, dossier, etc.) o audiovisual haciendo uso de las TIC's (presentación con diapositivas, vídeo, etc.). Se prestará especial atención a:

- Bases de datos fiables: Los grupos habrán tenido que realizar búsquedas previas en bases de datos para poder analizar los resultados del simulacro de excavación. Deberán referenciar cuáles han utilizado.
- Precisión científica: Se debe proceder como un auténtico paleontólogo, presentando los datos con rigurosidad científica. Si bien, es una ciencia en la que tiene cabida la interpretación, ésta debe estar justificada científicamente.
- Pese haberles guiado el docente en la metodología y el protocolo, cada grupo tenderá a hacer las cosas de forma diferente. Se valorará positivamente los métodos derivados del análisis científico.
- El resultado de este proyecto debe tener una estructura coherente y lógica con una introducción en la que se exponga el contexto, un análisis de la actividad y unas conclusiones.
- La originalidad a la hora de presentar este proyecto no está reñida con la rigurosidad científica. Propuestas creativas e innovadoras se puntuarán positivamente.

### **Análisis de los resultados de aprendizaje**

El simulacro de excavación se ha diseñado como parte de un puzle más grande en el que cada grupo de estudiantes tiene una pieza que es necesaria para el resultado final que es la reconstrucción paleontológica. Si bien hasta ese momento cada grupo ha funcionado de manera individual, deberán trabajar como único grupo clase para poder completar toda la secuencia de reconstrucción. El resultado último que se espera de este tipo de actividades no es sólo la valoración del trabajo científico de un paleontólogo, sino la valoración del patrimonio cultural y paleontológico.

En mi experiencia, la autonomía de los estudiantes en este tipo de proyectos, por encima del trabajo dirigido, despierta en ellos una motivación inusual y tiende a producir resultados creativos e innovadores cuando son ellos mismos los que planifican, elaboran y evalúan su proyecto. Las prácticas científicas conllevan un aprendizaje a través de la indagación (Crujieras y Jiménez, 2015), siendo de vital importancia el andamiaje proporcionado por el docente, para guiar al alumnado en el proceso de solución del problema científico.

## **V. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA**

La propuesta didáctica que se ha planteado en este trabajo sólo pudo realizarse a mitad, durante la estancia en el instituto del Practicum II, debido sobre todo a la falta de tiempo. El grupo en el que se implantó era una clase bastante desmotivada y despistada, que mostraban poco o nulo entusiasmo en cuanto a la biología y geología. Era perceptible una falta de atención y concentración, ocasionada por un desinterés general por todo lo que tuviese que ver con las ciencias. La falta de motivación y participación en las clases, quedaba reflejado en los bajos resultados académicos. Teniendo 26 alumnos en el aula, complicaba bastante la atención personalizada, teniendo además una gran diversidad personal, cultural y socioeconómica entre los estudiantes.

Esta propuesta didáctica requería de la implicación y del compromiso del alumnado en el desarrollo de las dinámicas. Estos parámetros intervienen en la participación, la calidad del aprendizaje efectivo y, por ende, en el rendimiento del estudiante (Ros, 2009). Nuestro papel como docentes es fomentar la participación y la implicación, evitando la desmotivación del alumnado que podría caer en un posible fracaso escolar (Tinajero Márquez, 2008). Como docentes debemos prestar también atención a la diversidad, garantizando una educación de calidad para todo el alumnado, evitando la discriminación, la desigualdad socioeconómica y respetando sus características y necesidades individuales. Esta respuesta a la diversidad no sólo depende del docente, sino de toda la comunidad educativa e implica sustituir las prácticas tradicionales por otra que incluyan a todo el alumnado (Blanco Guijarro, 1990).

En este tipo dinámicas, entra el juego de preguntas que sí pudo realizarse y al cual, los estudiantes respondieron muy bien. Como decía González et al., (1996), el aprendizaje en sí mismo está ligado tanto a lo cognitivo como a lo emocional, y los dinosaurios son uno de los temas más populares en la sociedad (Mampel y Cortes, 2012) y por lo tanto ideales para este tipo de actividades. Han sido claves para introducirles conceptos básicos como son la evolución y la fosilización, convirtiendo la gamificación en todo un acierto.

Urcola (2011) señalaba que, para intentar motivar al alumnado, era necesario conocer sus gustos y para los estudiantes de 1º de la ESO, niños y preadolescentes, los dinosaurios son un recurso didáctico importantísimo. Con un juego tan sencillo como el que se realizó, se cambió la dinámica de la clase y obligó a estudiantes, que probablemente nunca hubieran colaborado, a trabajar en equipo y tomar decisiones conjuntas. Escaño y Gil, (2008) ya decían que es labor del docente buscar las herramientas necesarias para producir un cambio positivo en el alumnado. Si bien es verdad, un juego mal empleado puede fomentar un ambiente tenso y una competitividad malsana (Werbach y Hunter, 2012) que pueda derivar en comportamientos poco éticos (Vaibhav, y Gupta, 2014). Sin embargo, esta actividad no sólo funcionó como actividad para adquirir una serie de conocimientos básicos, sino como dinamizadora de aula, influyendo en su comportamiento y aumentando su motivación mediante sus propios progresos en el aprendizaje (Morales Moras, 2017).

Como docente me sentí muy cómodo funcionando como moderador de este tipo de juego. Me manejo con soltura hablando en público y en mi experiencia, sé tratar con adolescentes en este tipo de dinámicas. Sin duda es una actividad que volvería a realizar, puesto que no consume ningún recurso, se organiza rápidamente y al usar el juego de una forma no lúdica contribuye a la motivación positiva del estudiante. De realizarla de nuevo añadiría algún grado de dificultad, por ejemplo, identificación de imágenes de fósiles y no sólo de reconstrucción de estos animales en vida.

Con respecto al simulacro de excavación, no pudo realizarse. Me hubiese gustado poder llevar a cabo la propuesta en su totalidad, pero esto nos sirve también como experiencia docente, teniendo que ajustar el temario y las unidades didácticas continuamente ante cualquier imprevisto. Este simulacro, es una actividad he realizado con anterioridad en mi trayectoria profesional, y soy consciente de los pros y contras que conlleva la dinámica. Como metodología, se optó por un aprendizaje basado en proyectos. Con este enfoque constructivista se pretendía que los alumnos construyesen su propio conocimiento a través de los conceptos previos y de otros nuevos que aprendiesen (Karin y Vianni, 2001), enfrentándose a un problema y teniendo que resolverlo. De esta forma los alumnos serían los protagonistas de su propio aprendizaje, planeando la excavación, llevándola a cabo y analizando y evaluando sus propios resultados. Según García-



Carmona, (2021), la integración y el propósito de este tipo de prácticas científicas contribuye a mejorar la competencia científica de los estudiantes.

El primer problema a la hora de secuenciar la propuesta, es situar los dinosaurios con respecto al currículo académico, que ni menciona, con la palabra *fósil* usada únicamente para hacer referencia a los combustibles en temas ecológicos. Si bien, como introducción a estos organismos, el mejor lugar es incluirlos en la taxonomía animal, entre las aves y los reptiles, por el obvio parentesco filogenético. Al estar ausentes en el currículo, también de los libros de texto, por lo que su inclusión por parte del docente podría acarrear retrasos a la hora de impartir la materia. Sin embargo, en mi opinión, los pros superan a los contras, ya que pueden utilizarse como nexo para otros conceptos como el de evolución o extinción como bien explicaba Clauss (1993).

El siguiente problema es la temporalización de la propuesta, teniendo que coordinarla con la asignatura de Educación plástica, visual y audiovisual para realizar las réplicas. Aunque LOMLOE permite esta transversalidad, es posible que en el instituto no pudiesen cuadrar fechas para poder llevarse a cabo, con el docente de la asignatura pudiendo no estar de acuerdo con la colaboración. En este caso, si debiesen realizarse en esta asignatura, las sesiones de la propuesta se verían afectadas. También hay que tener en cuenta que todo el alumnado debería tener las réplicas terminadas y secas para el inicio del simulacro, por lo que hay que ser conscientes de que todo el alumnado no trabaja al mismo ritmo ni tiene las mismas habilidades plásticas. Como alternativa *in extremis*, yo dispongo de réplicas que podrían usarse o en caso alternativo, modelarse con arcilla o pasta de modelar, reduciendo el tamaño de la réplica por el peso de ésta. Si bien se venden huesos de dinosaurio de plástico, esto incrementaría el presupuesto.

La siguiente dificultad deriva del lugar donde llevar a cabo la práctica. En el pasado, cuando se ha llevado a cabo, se han usado areneros infantiles que, como es lógico, no existen en un instituto de secundaria. En el caso concreto de este instituto, existen unos terrenos en desuso que podrían usarse como lugar de excavación. Pero existe la posibilidad que el Centro no permita que los estudiantes modifiquen la zona. En este caso y en el de que otro docente en un instituto diferente decida implementar esta propuesta y no disponga de terreno que excavar, la actividad podría modificarse utilizándose cajas de plástico rellenas de arena donde enterrar las réplicas. También serviría de alternativa en el caso de que las condiciones atmosféricas no permitan un trabajo en el exterior. En este caso, a los recursos habría que añadir las cajas y la arena como gasto departamental. Este sería el caso extremo y sin alternativa, puesto que esta actividad se ha diseñado con el objetivo de sacar a los estudiantes fuera del aula clase para fomentar los beneficios del trabajo de campo (Stoker y Boyle, 2009).

Según mi experiencia, es una actividad muy satisfactoria para el alumnado y terminan la actividad habiendo aprendido nuevas técnicas aplicando nuevos conocimientos sobre otros previos y mejorando su capacidad para tomar decisiones y trabajar en equipo.

En conclusión, es una propuesta sencilla en 7 sesiones, pero enriquecedora. Los dinosaurios tienen un potencial didáctico enorme y el currículo educativo tiende a olvidarlos. Con esta propuesta se pretende un acercamiento a los dinosaurios al inicio de la secundaria con el fin de despertar la vocación científica del alumnado y el respeto por el patrimonio. Como autocrítica, he utilizado mis conocimientos geológicos y paleontológicos para realizar esta propuesta, manteniéndome en mi zona de confort. A sabiendas qué, de cara al futuro, el temario de secundaria es fundamentalmente biológico.

## VI. CONSIDERACIONES FINALES

Durante la realización del máster de profesorado, he adquirido una serie de habilidades y conocimientos que han sido fundamentales a la hora de la práctica docente en el instituto y de cara a mi futuro profesional.

Uno de los aspectos más importantes en el que se nos ha instruido, han sido los conceptos de psicología de la educación. Es fundamental que el docente establezca un nexo de unión con el alumnado de forma que haya comunicación en ambos sentidos. Conceptos como la gestión de aula y el manejo de habilidades sociales y emocionales de los estudiantes, son vitales a la hora de tratar con el alumnado de forma eficaz y positiva. Las técnicas que promueve esta ciencia psicológica, se mueven en parámetros como la participación o la motivación estudiantil. Desde esta rama del máster se nos han dado estrategias para promover la motivación intrínseca del alumnado, fomentando un ambiente educativo en el que los estudiantes se puedan sentir comprometidos y protagonistas de su propio aprendizaje. Cabe hacer mención sobre los enfoques educativos hacia educación inclusiva y todas las medidas de atención a la diversidad, explorando métodos y técnicas para garantizar una educación de calidad a todo el alumnado y atender sus necesidades individuales. Además, cabe destacar la increíble e importante labor del departamento de orientación de los institutos y la fluida comunicación que debe haber entre éste y los docentes.

Respecto a las metodologías, se nos han enseñado diferentes formas de poder impartir la clase, huyendo de la típica clase magistral, pasando de la instrucción directa al constructivismo. Aprendizaje basado en proyectos, basado en problemas, gamificación, aprendizaje servicio, aprendizaje cooperativo o *flipped classroom* (aula invertida) son sólo alguna de las técnicas que se nos han mostrado, de cara a poder aplicarse dentro de una clase. A lo largo de todo el curso se nos ha instado a la dinamización de las aulas, pudiendo adaptar el currículo en función del alumnado y sus necesidades.

Durante la realización del máster la mayor dificultad que se ha tenido, y me consta que a muchos de mis compañeros y compañeras también, es el cambio de registro de las ciencias naturales a las ciencias sociales. La forma de trabajar en ambas es diametralmente opuesta y puede resultar abrumadora, siendo los conceptos mucho más abstractos y subjetivos que una teoría científica como tal. Otro problema con el que nos topamos fue el tema burocrático, encontrando insuficiente nuestra formación a la hora de manejar Leyes Orgánicas u Órdenes autonómicas. A la larga, nos ha resultado útil para la realización de las unidades didácticas y la planificación de las clases durante nuestra estancia en el instituto. Las programaciones didácticas son vitales en la vida laboral de un docente y a la hora de realizar las oposiciones.

Como geólogo y paleontólogo soy consciente de la disminución del temario referente a las Ciencias de la Tierra conforme se superponen las leyes Educativas, dando únicamente valor a actividades con rédito económico, enfocando casi todo el temario geológico a las capas de la tierra y los combustibles fósiles. En mi opinión, es una pena que conceptos científicos como el de la *paleontología*, los *fósiles* o los *dinosaurios* se pierdan en el olvido administrativo de las leyes. Muchos estudiantes tienen vocación científica, pero si no se les anima y motiva, ésta puede no llegar a ningún sitio.

Las ciencias geológicas y paleontológicas gozan actualmente de gran popularidad entre los más jóvenes, como demuestran el éxito de divulgadores como [Pakozoico](#)

(referenciado por los propios estudiantes), [Salir con una Geóloga](#), [Un Geólogo en Apuros](#) o el podcast [DinoBusters](#), entre otros. Por lo tanto, el desinterés en esta materia que muestra el alumnado en los institutos no radica tanto en su contenido sino en la forma de impartirlo. Aikenhead (2003) propone que muchas veces el problema no proviene sólo del currículo, sino de docentes con métodos tradicionales que depositan toda su confianza en libros de texto y se resisten a cualquier tipo de innovación en la enseñanza de las ciencias.

En España tenemos una gran cantera de paleontólogos, teniendo así figuras relevantes que los estudiantes pueden tener como ejemplo véase José Ignacio Canudo, Fidel Torcida, José Luis Sanz, Juan Luis Arsuaga o Daniel Vidal entre otros. Sin embargo, debemos tener en cuenta la perspectiva de género, puesto que, sin referentes femeninos en ciencia, paleontología en este caso, es muy difícil que despierte la vocación científica entre las alumnas (Alonso y Más, 2003). Así, en este país contamos con paleontólogas tan importantes como Gloria Cuenca, Beatriz Azanza, Laia Alegret, Penélope Cruzado o Elena Cuesta, que pueden servir modelo de referencia para las alumnas.

Los yacimientos paleontológicos y las colecciones fósiles de universidades y museos proporcionan a la sociedad, en general, de conocimientos científicos para comprender la evolución de la vida (Acedo et al., 2020), además de suponer un importante recurso turístico, como demuestran Dinopolis, el Museo del Jurásico de Asturias, el Museo de Paleontología de Castilla La Mancha o el Museo de Dinosaurios de Salas de Los Infantes. Sin embargo, la importancia que se le está dando a este patrimonio desde otras instituciones no parece tener un equivalente en el currículo español. Los dinosaurios forman parte de nuestro día a día y llegan a todo tipo de públicos, a la vista del éxito de sagas cinematográficas como *Jurassic Park* o del reciente documental de AppleTV *Planeta Prehistórico*. Han vuelto para quedarse, y deberían formar parte del currículo académico desde infantil y primaria, reforzando estos conocimientos en la secundaria obligatoria. De esta forma, podrían evitarse las ideas alternativas acerca de los dinosaurios que tienen muchos jóvenes y adultos hoy en día, no condenando a estos *Lagartos Terribles*, así, a una nueva extinción (académica en este caso).

## VII. REFERENCIAS

- Abreu, M.E. (2018). La gamificación en la ESO: ¿una herramienta de motivación en el proceso de enseñanza/aprendizaje del alumno? Trabajo Fin de Máster. Universitat Politècnica de Catalunya. BarcelonaTech <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/120764/132643.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 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), 41-62.
- Aikenhead, G.S. (2003). Review of Research on Humanistic Perspectives in Science Curricula. Paper presented at the 4th Conference of the European Science

- Education Research Association (ESERA), *Research and the Quality of Science Education*, 19-23.
- Alcalá, L., González, A. M., y Luque, L. (2010). Los talleres paleontológicos como recurso didáctico Interactivo. *Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 18(1), 119-124. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3311487>
- Alonso, Á. V., y Mas, M. A. M. (2003). Los estudios de género y la enseñanza de las ciencias. *Revista De Educación*, 330, 251-280. <http://redined.mecd.gob.es/xmlui/bitstream/11162/67210/1/008200430242.pdf>
- Anderson, R. (2002). Reforming Science Teaching: What Research Says About Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12. <https://doi.org/10.1023/a:1015171124982>
- Barker, S. (2020). Cómo la instrucción directa puede mejorar los factores afectivos. En: Bennet, T.; Boxer, A. (2020) *Guía de researchED para entender la Instrucción directa*. Aptus Editorial. 112-120.
- Chevallard, Y. (1985). La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné. Grenoble: *La Pensee Sauvage*.
- Clauss, F.L. (1993). Dinosaurios Como Recurso didáctico En Las enseñanzas Medias. *Enseñanza De Las Ciencias De La Tierra*, [en línea], 1(3), 180-186. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/88125/140894>
- Cobos., A., Alcalá, L. y Royo-Torres, R. (2005). Dinópolis Teruel (España): Una experiencia educativa y de desarrollo local desde la paleontología. En: Cruziana'05. Abstract Book from the International Meeting on Paleontological Heritage. *Geoconservation and Geotourism* (Ed.: C. Neto de Carvalho), 78-85.
- Coll, C. (1988). Significado y sentido en el aprendizaje escolar. Reflexiones en torno al concepto de aprendizaje significativo. *Infancia y aprendizaje*, 11(41), 131-142. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4829>
- Cornellà, P.; Estebanell, M. y Brusi, D. (2020). Gamificación y aprendizaje basado en juegos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 28(1), 5-19. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/372920>.
- Crujeiras, B. y Jiménez, M. P. (2015). Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 63-84.
- Cyrs, E. T. (1995). Essential skills for college teaching: Creating a motivational environment. *Educational Development Associates*.
- De la Gándara, M., Gil Quílez, M.J. y Sanmartí, N. (2002). Del modelo científico de “adaptación biológica” al modelo de “adaptación biológica” en los libros de texto de enseñanza secundaria obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 303-314.
- Escanero-Aguilar, D.; Torcida Fernández-Baldor, F y Pereda-Suberbiola, X. (2022). Cranial and mandibular material from a hadrosauriform dinosaur from the Lower Cretaceous of Los Terreros-Altollano I site (Salas de Los Infantes, Burgos, Spain). En: *Actas de las VIII Jornadas Internacionales*

sobre *Paleontología de Dinosaurios y su Entorno*. (Colectivo Arqueológico y Paleontológico de Salas, Ed.) Salas de los Infantes, 72-75.

- Escaño, J., Gil, M. (2008). Cinco hilos para tirar de la motivación y el esfuerzo. Primera edición. Editorial: Horsori.
- Garaigordobil, M. (1992). Juego cooperativo y socialización en el aula. Madrid: Seco-Olea.
- García Bacete, F.J. y Doménech Betoret, F. (1997). Motivación, aprendizaje rendimiento escolar. *REME*, vol. 1, n. 0. ISSN 1138-493X.
- García-Carmona, A. (2020). From Inquiry-Based Science Education to the Approach Based on Scientific Practices. *Science y education*, 29(2), 443-463. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00108-8>
- García-Carmona, A. (2021). Prácticas no-epistémicas: ampliando la mirada en el enfoque didáctico basado en prácticas científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1-18. [https://doi.org/10.25267/rev\\_eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2021.v18.i1.1108](https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1108)
- Gil-Bazan, E. (2009). La paleontología en la Educación Secundaria aragonesa. *Naturaleza Aragonesa*, 22 (enero-junio 2009), 4-8.
- González, R. et. al. (1996). El aprendizaje como proceso cognitivo y motivacional. *Congreso Nacional sobre Motivación e Instrucción*. Actas, 9-26.
- Ilustre Colegio Oficial de Geólogos. (2017). La situación crítica de la Geología en el Bachillerato. *Tierra y Tecnología*, 50, 6 pp.
- Instituto de Geociencias. (2021). Manifiesto Por Una Presencia Adecuada De La Geología En El Nuevo Currículo Educativo. Recuperado de: <https://igeo.ucmcsic.es/manifiesto-por-una-presencia-adecuada-de-la-geologia-en-el-nuevocurriculo-educativo/>
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, 340, de 30 de diciembre de 2020, 122868-122953
- Mampel, L y Cortés, A.L (2012). El concepto “dinosaurio” en los libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 20 (3), 239-248.
- Mampel, L.; Cortés, A.L. y Alcalá, L. (2015). Imágenes sobre dinosaurios en libros de texto de Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*. <https://doi.org/10.7203/dces.29.4312>
- Mampel, L.; Cortés, A.L. y Alcalá, L. (2016). Acerca de la convivencia de humanos y dinosaurios. *Naturaleza Aragonesa*, 33, 3-7.
- Marín, V. G., López, M., y Maldonado, G. (2015). Can gamification be introduced within primary classes. *Digital Education Review*, 27(27), 55-68. <https://doi.org/10.1344/der.2015.27.55-68>
- Marcello, C. (2009). Ciencia y Pseudociencia: El caso del Creacionismo vs Evolucionismo en Estados Unidos. *Contra el Oscurantismo: Defensa de la Laicidad, La Educación Sexual y El Evolucionismo*. México, D.F.: UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, 79-92.

- Morales Moras, J. (2017). Aprender a Diseñar Diseñando y jugando *Serious Games* en las aulas. En: Contreras Espinosa, R.S y Eguia, J.L. (2017). Experiencias de gamificación en aulas. InCom-UAB Publicacions, 15. Bellaterra: Institut de la Comunicació, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Orden ECD/1172/2022, de 2 de agosto, por la que se aprueban el currículo y las características de la evaluación de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón, Boletín Oficial de Aragón, 11 de agosto de 2022, 156, 27832-29022.
- Pedrinaci, E. (1993). La construcción histórica del concepto de tiempo geológico. *Enseñanza de las ciencias*, 11(3), 315-323. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4512>
- Pérez Porto, J. y Merino, M. (2009). Definición de paleontología - Qué es, Significado y Concepto. Definicion.de. Recuperado el 14 de diciembre de 2022 de <https://definicion.de/paleontologia/>
- Rivas, F. (1997). El proceso de Enseñanza/Aprendizaje en la Situación Educativa. Barcelona: Ariel Planeta.
- Ros, I. (2009). La implicación del estudiante con la escuela. *Revista De Psicodidactica*, 14(1), 79-92. <https://addi.ehu.es/bitstream/10810/6504/1/Rev.%20Psicod.%2014%281%29%20-%202079-92.pdf>
- Royo-Torres, R., Cobos, A. y Alcalá, L. (2019). Una semana cultural sobre dinosaurios en Educación Infantil y Primaria como experiencia educativa. En: *Libro de resúmenes de las XXXV Jornadas de Paleontología*. (Martínez-Navarro, B., Palmqvist, P., Patrocinio Espigares, M<sup>a</sup> y Ros-Montoya, S. Eds.) 271-274.
- Royo-Torres, R; Ponz-Miranda, A.; Carrasquer, B.; Lordán, M. y Maya, S. (2021). Los dinosaurios como recurso de enseñanza en Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 29(1), 90-100.
- Ruiz-Martín, H. (2020). ¿Cómo aprendemos? Una aproximación científica al aprendizaje y la enseñanza. Ed. Graó, 326 pp.
- Salmi, H., Thuneberg, H., y Vainikainen, M. (2017). Learning with dinosaurs: a study on motivation, cognitive reasoning, and making observations. *International journal of science education*, 7(3), 203-218. <https://doi.org/10.1080/21548455.2016.1200155>
- San Juan Palacios, R. y Ansón, M. (2016). Evolución de la representación de Dromaeosauridae en el paleoarte y la cultura popular. *Nuevas Líneas de Investigación en Paleoarte*, 113-119.
- Sánchez-Fontela, N., Berrocal-Casero, M., Fesharaki, O., García-Frank. y Rodrigo, A. (2019) «Aprendizaje basado en el diseño universal: talleres sobre Paleontología de invertebrados, mapas paleográficos y la deriva continental». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 27(2), 172-181. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/367114>.

- Sanz-Pérez, D. et al., (2020). «Evolutionary»: divulgación y enseñanza de la paleontología mediante la gamificación. *Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 28(1), 125-136. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7576982>
- Sequeiros, L. (2010). ¿Quién mató al dinosaurio? Sherlock Holmes y los fósiles. Algunos escenarios para educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 18(1), 107-118.
- Schroeder, M., Mckeough, A., Graham, S., Stock, H., y Bisanz, G. (2009). The Contribution of Trade Books to Early Science Literacy: In and Out of School. *Research in Science Education*, 39(2), 231-250. <https://doi.org/10.1007/s11165-008-9082-0>
- Solarte, M.C. (2006). Los conceptos científicos presentados en los textos escolares: son consecuencia de la transposición didáctica. *Revista ieRed: Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa* [en línea]. 1(4).
- Stern, L., y Roseman, J. E. (2004). Can middle-school science textbooks help students learn important ideas? Findings from project 2061's curriculum evaluation study: Life science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(6), 538-568. <https://doi.org/10.1002/tea.20019>
- Teixes, F. (2015). Gamificación: fundamentos y aplicaciones. Editorial UOC, 138pp.
- Tinajero Márquez, L. (2008). Desmotivación en el aula y fracaso escolar en España desde la psicología de la educación. *La Libreta*, 23-27.
- Torcida Fernández-Baldor, F. (2003). Didáctica sobre Dinosaurios en museos y centros educativos; experiencias desarrolladas en España. En: F. Pérez-Lorente, M. Romero y P. Rivas (coord.) *Dinosaurios y otros reptiles mesozoicos en España. Congreso Internacional sobre Dinosaurios y otros Reptiles Mesozoicos en España*. Memoria especial 5, 423-432.
- Torcida Fernández-Baldor, F., Canudo, J. I., y Huerta, P. (2020). New data on sauropod palaeobiodiversity at the Jurassic-Cretaceous transition of Spain (Burgos). *Journal of Iberian Geology*, 46(4), 351-362. <https://doi.org/10.1007/s41513-020-00145-w>
- Torcida Fernández-Baldor, F., Díaz-Martínez, I., Huerta, P., Huerta, D. M., y Castanera, D. (2021). Enigmatic tracks of solitary sauropods roaming an extensive lacustrine megatracksite in Iberia. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-95675-3>
- Urcola, J.L (2011). La motivación empieza en uno mismo. Editorial ESIC.
- Vaibhav, A., y Gupta, P. (2014). Gamification of MOOCs for increasing user engagement. In *MOOC, Innovation and Technology in Education (MITE)*, 2014 IEEE International Conference, 290-295.
- Verret, M. (1975). *Le temps des études*. 2 volúmenes. Paris: Librairie Honoré Champion.
- Werbach, K., y Hunter, D. (2012). *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Wharton Digital Press, 148pp.

Wieman, C. (2017). Improving how universities teach science. Lesson from the Science Education Initiative. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts y London, England, 265 pp.

## VIII. ANEXO

- [Evaluación inicial.](#)
- [Ficha para el simulacro de excavación.](#)