



UNIVERSIDAD DE JAÉN

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

**UNIDAD DIDÁCTICA:
“HISTORIA DE LA TIERRA:
GRANDES EXTINCIONES Y
SUS CAUSAS NATURALES”
PARA 1º DE BACHILLERATO.**

Alumna: Palomino Muñoz, Gema

Tutor: Prof. D. Matías Reolid Pérez

Dpto: Geología

Junio, 2020

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	10
2.1. El registro fósil y las extinciones.....	10
2.2. Tipos de extinciones.....	13
2.2.1. Las extinciones en masa.....	14
2.2.1.1. Extinción masiva del final del Ordovícico.....	19
2.2.1.2. Extinción masiva del Devónico superior, durante la etapa Frasnian.....	21
2.2.1.3. La mayor crisis de la vida durante el Pérmico superior.....	24
2.2.1.4. La gran extinción de la transición Triásico-Jurásico.....	27
2.2.1.5. La crisis de final del Cretácico.....	29
2.2.1.6. ¿La sexta extinción masiva?.....	33
2.3. La alfabetización científica y la Didáctica de las Ciencias Experimentales.....	34
2.4. Aspectos didácticos en el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias: las extinciones.....	36
2.4.1. Ideas previas de los alumnos.....	36
2.4.2. Propuestas de mejora didáctica.....	38
3. UNIDAD DIDÁCTICA.....	40
3.1. Introducción.....	40
3.2. Justificación y contextualización.....	41
3.2.1. Fundamentación.....	41
3.2.2. Características del centro.....	42
3.2.3. Características del alumnado.....	43
3.3. Objetivos.....	43
3.3.1. Objetivos de etapa.....	43
3.3.2. Objetivos de área de conocimiento.....	44
3.3.3. Objetivos específicos de la unidad didáctica.....	45
3.4. Competencias clave.....	45

3.5.	Contenidos.....	48
3.5.1.	Contenidos de la materia.....	48
3.5.2.	Contenidos transversales.....	49
3.5.3.	Contenidos de planes y proyectos.....	49
3.6.	Metodología.....	50
3.6.1.	Principios metodológicos.....	50
3.6.2.	Organización del tiempo.....	50
3.6.3.	Organización del espacio.....	51
3.6.4.	Agrupamientos.....	51
3.6.5.	Descripción y secuenciación de las sesiones.....	52
3.6.6.	Actividades complementarias.....	61
3.6.7.	Materiales y recursos didácticos.....	62
3.6.8.	Atención a la diversidad.....	62
3.7.	Evaluación.....	63
3.7.1.	Sistema de evaluación.....	64
3.7.2.	Criterios de evaluación.....	64
3.7.3.	Estándares de aprendizaje evaluables.....	65
3.7.4.	Criterios de calificación.....	66
3.7.5.	Técnicas e instrumentos de evaluación.....	67
3.7.6.	Recuperación y proacción.....	72
3.8.	Evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje.....	72
3.8.1.	Instrumentos empleados.....	73
4.	CONCLUSIONES.....	75
5.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
	ANEXOS.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Intensidad de extinción en las 5 grandes extinciones en masa (MacLeond, 2013).....	19
Tabla 2. Relación entre objetivos UDI, OE, OA y CC.....	47
Tabla 3. Resumen de la sesión 1.....	52
Tabla 4. Resumen de la sesión 2.....	54
Tabla 5. Resumen de la sesión 3.....	55
Tabla 6. Resumen de la sesión 4.....	57
Tabla 7. Resumen de la sesión 5.....	58
Tabla 8. Resumen de la sesión 6.....	59
Tabla 9. Resumen de la sesión 7.....	60
Tabla 10. Resumen de la sesión 8.....	61
Tabla 11. Relación entre los criterios de evaluación de la unidad didáctica y las competencias clave (CC).....	65
Tabla 12. Relación entre los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la unidad didáctica.....	66
Tabla 13. Criterios de calificación de la unidad didáctica.....	67
Tabla 14. Rúbrica de evaluación del cuestionario sobre la visita al geoparque.....	68
Tabla 15. Rúbrica de evaluación de la actividad compara y contrasta.....	68
Tabla 16. Rúbrica de evaluación del trabajo de investigación.....	69
Tabla 17. Rúbrica de evaluación de la actitud y participación en clase.....	71
Tabla 18. Evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fósiles de esponjas de Namibia (<i>Otavia</i>), la vida animal más antigua encontrada en la Tierra, vistos a microscopía electrónica (Brain et al., 2012).....	11
Figura 2. Principio de superposición de los estratos de Stenon empleado para estimar la edad relativa de capas de roca sedimentaria (obtenido de MacLeod, 2013).....	12
Figura 3. Escala de tiempo geológico (obtenido de Bernardo, 2018).....	13
Figura 4. Modelos de extinción en masa (Molina, 1995).....	15
Figura 5. Esquema de la acción en la atmósfera cuando se produce una gran erupción volcánica (obtenido de Pardo et al., 2011).....	17
Figura 6. Patrón de variación de la actividad solar a lo largo de la historia de la Tierra (obtenido de MacLeod, 2013).....	18
Figura 7. Paleogeografía a mediados del Ordovícico (obtenido de Anguita, 2013).....	20
Figura 8. Reconstrucción paleogeográfica durante el Famenniense (obtenido de Caplan y Bustin, 1999).....	22
Figura 9. Fósiles de corales coloniales, <i>Favosites</i> , del Devónico (obtenido de Macleond, 2013).....	23
Figura 10. Paleogeografía final del Pérmico (obtenido de Deep Time Maps™).....	25
Figura 11. Fósil de trilobites encontrado en Marruecos (obtenido de MacLeond, 2013).....	25
Figura 12. Diagrama de los efectos producidos por la erupción volcánica de los Traps Siberianos (basado en MacLeond, 2013).....	27
Figura 13. Paleogeografía del período Triásico (obtenido de Deep Time Maps™).....	28
Figura 14. Fósil de notosaurio encontrado en Italia (obtenido de MacLeond, 2013).....	28
Figura 15. Algunos tipos de evidencias petrológicas y mineralógicas distribuidas globalmente en el límite Cretácico/Terciario (obtenido de Sola et al., 2012).....	30
Figura 16. Paleogeografía del límite Cretácico/Terciario en la que se han marcado las principales áreas de emisiones volcánicas (obtenida de Canudo, 2010).....	31
Figura 17. Fósiles de víctimas destacadas durante la extinción del K/T: a. Ammonites; b. Plesiosaurio (elasmosaurio) (obtenido de MacLeond et al., 2013).....	32

RESUMEN

El objetivo de este Trabajo Fin de Máster es el desarrollo de una unidad didáctica acerca de la historia de la Tierra, para la asignatura de Biología y Geología de 1º de Bachillerato. Con el desarrollo de la misma se pretende que los alumnos adquieran conocimientos sobre los hitos más importantes ocurridos a lo largo de la historia de la vida en el planeta, así como de las claves que ha usado la ciencia para su conocimiento.

Para ello, se ha realizado una revisión bibliográfica partiendo del estudio del registro fósil y las cinco extinciones en masa más importantes ocurridas, hasta llegar a investigar acerca de si hoy día podríamos estar en medio de una extinción en masa, además de los aspectos didácticos más relevantes en Didáctica de las Ciencias Experimentales.

El diseño de la unidad didáctica se realizó seleccionando los contenidos más importantes para que el alumnado adquiriera las competencias clave. Se ha seguido una metodología activa y motivadora mediante el diseño de diferentes actividades que permiten llevar a cabo aprendizaje por indagación.

Palabras clave: unidad didáctica, Biología y Geología, Didáctica de las Ciencias Experimentales, extinciones masivas, registro fósil.

ABSTRACT

The objective of this work is to develop of a Teaching Unit about the history of Earth, in the subject of Biology and Geology of the 1st Bachillerato. With the development of this, it is pretended that the students know about the most important events that occurred throughout it, as well as the keys that science has used for its study.

For this, I have done a bibliographic review starting from the study of the fossil record and the five most important mass extinctions that occurred, until arriving at an investigation about whether today we could be in the transition of a mass extinction, in addition to the most important didactic aspects in Teaching of Experimental Sciences.

The design of the Teaching Unit was chosen the most important contents related to the history of the Earth for the students to acquire the key competences. I have been followed an active and motivating methodology through the design of different activities that contribute to learning by inquiry.

Keywords: teaching unit, Biology and Geology, Teaching of Experimental Sciences, mass extinctions, fossil record.

1. INTRODUCCIÓN.

La extinción es un proceso natural presente a lo largo la historia de la vida en la Tierra y se define como la acción de hacer desaparecer a poblaciones. En la década de 1850, Darwin publicó su libro “El origen de las especies”, en él hizo alusión a las extinciones, que atribuía a causas biológicas asociadas al proceso de selección natural y claves en la evolución de las especies. Según éste, las extinciones se daban como resultado de la competencia interespecífica (Raup, 1994).

Para Lyell, los únicos procesos que operaban en el mundo vivo eran aquellos que determinaban y mantenían los rasgos de una especie para que así pudieran aparecer y extinguirse. Teniendo esto en cuenta, Lyell propuso que la extinción se debería a cambios en el ambiente físico: los cambios locales afectarían solamente a la distribución de las especies y los cambios globales a su extinción. Por tanto, los fenotipos de las diferentes especies no son responsables de su extinción, este proceso es azaroso, accidental y está condicionado abióticamente (Carrión et al., 2006).

A lo largo de la historia de la vida en la Tierra, se estima que se han extinguido el 90 % de las especies. Este suceso ha sido fundamental para el desarrollo de la biodiversidad que hoy día encontramos, el cual tiene lugar a través de largos períodos de estabilidad interrumpidos por sucesos que producen reorganizaciones de la biosfera a gran escala (Maldonado, 2009). Por tanto, resulta no ser tan importante la cantidad de especies como la calidad de la innovación evolutiva de las mismas, lo que es aplicable tanto a la explosión evolutiva del Precámbrico (procariotas, eucariotas fotosintéticos) como a la de Cámbrico (primeros animales) o a la del Devónico (cormofitas, espermatofitas) (Carrión et al., 2006).

Para que tenga lugar una extinción es necesario que ocurra un cambio ambiental, ya sea físico o biológico. Es un proceso dirigido principalmente por la interacción entre diferentes especies, o entre las especies y las características del medio en el que viven. Diversos estudios han demostrado que las especies que poseen distribución geográfica muy reducida y poca capacidad adaptativa tienen mayor probabilidad de extinguirse. Por el contrario, hay rasgos que permiten a las especies sobrevivir cuando se presenta una crisis ambiental, como por ejemplo: tener gran capacidad adaptativa, características preexistentes que les permiten superar el estrés, capacidad de modificar el ambiente, presencia de refugios potenciales o el hecho de ser autótrofas (Maldonado, 2009).

Gracias al registro fósil, ha sido posible conocer la presencia de extinciones a lo largo de la historia de la Tierra y cuáles han sido los ritmos y modelos que han seguido, lo que despierta gran interés en el campo de la paleontología (Linares Rodríguez, 1982).

En la actualidad, la preocupación por la extinción de especies está en aumento, debido a que la población no conoce cómo han sido las extinciones pasadas y si realmente la tasa de extinción actual es alarmante. Y es por ello, que en un mundo dominado por las tecnologías de la información y la comunicación se hace necesario que los adolescentes adquieran un pensamiento crítico para elaborar su propia opinión acerca de temas de actualidad.

Con este Trabajo Fin de Máster se pretende que el alumnado adquiriera una visión profunda de la historia del planeta, así como de la evolución de los estudios que se han llevado a cabo para su conocimiento. Teniendo esto en cuenta, el principal objetivo de este trabajo es el diseño de una unidad didáctica a partir de una revisión bibliográfica de los contenidos relacionados con el estudio de la historia de la vida en la Tierra y las grandes extinciones, hasta llegar a la gran preocupación actual, aquello a lo que los medios de comunicación denominan sexta extinción en masa.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.1. EL REGISTRO FÓSIL Y LAS EXTINCIONES.

Los fósiles son restos de organismos o de su actividad que con el paso del tiempo han sido preservados en rocas sedimentarias. Se estudian a nivel de género, familia u orden, y es de gran importancia conocer su distribución en el espacio y el tiempo para así poder elaborar una base de datos completa. Gracias a esta base de datos ha sido posible realizar el estudio de las extinciones que han tenido lugar a lo largo de la historia de la vida en la Tierra (Raup, 1986).

Pese a haber evidencias del conocimiento de los fósiles desde la Antigua Grecia, Buffon y Cuvier, naturalistas del siglo XVIII y XIX, fueron de los primeros en poner de manifiesto la extinción de especies biológicas en el registro fósil, sugiriendo así un paradigma catastrofista. Pronto fue reemplazado por el paradigma uniformitarista concebido por Darwin, que propuso que las especies desaparecían de forma gradual a causa de la selección natural, y que los saltos temporales en el registro geológico se debían al carácter incompleto del mismo. Desde entonces, se han encontrado muchos fósiles en cortes continuos que permite reconocer los distintos eventos de extinción en masa (Molina, 2006).

El registro fósil refleja los cambios en las biotas sucedidos en distintas épocas, los cuales no siempre fueron graduales, sino que con frecuencia fueron bruscos, rápidos e iban acompañados por fases de extinción y posterior diversificación. Para realizar un estudio correcto del registro fósil es necesaria la observación de múltiples zonas del planeta, ya que en muchas secciones encontramos saltos temporales que se pueden completar con fósiles encontrados en otras zonas (Álvarez et al., 1984). De esta forma, es posible realizar estudios bioestratigráficos en algunos grupos de organismos y conocer las causas que los llevaron a la extinción, o las estrategias de supervivencia que llevaron a cabo. Pero esto no es posible en bastantes grupos, ya estuvieron muy restringidos a ciertos ambientes no sedimentarios o fosilizaron muy raramente (como ocurre con organismos sin esqueletos mineralizados), por lo que resulta difícil establecer sus modelos y causas de extinción.

Los fósiles más antiguos encontrados son formas procariotas y datan de hace unos 3500 millones de años. Las primeras formas de vida claramente asignables a animales corresponden a esponjas de hace 760 millones de años (Figura 1). Uno de los primeros eventos fue la aparición de numerosos grupos de invertebrados hace unos 580 millones de años, tomándose como base para establecer el límite entre las épocas Fanerozoica y Paleozoica, entre las que la composición faunística varió notablemente. El aumento de diversidad fue un proceso continuo ya que a inicios del Cámbrico comienza a haber fósiles más abundantes y variados (MacLeod, 2013).

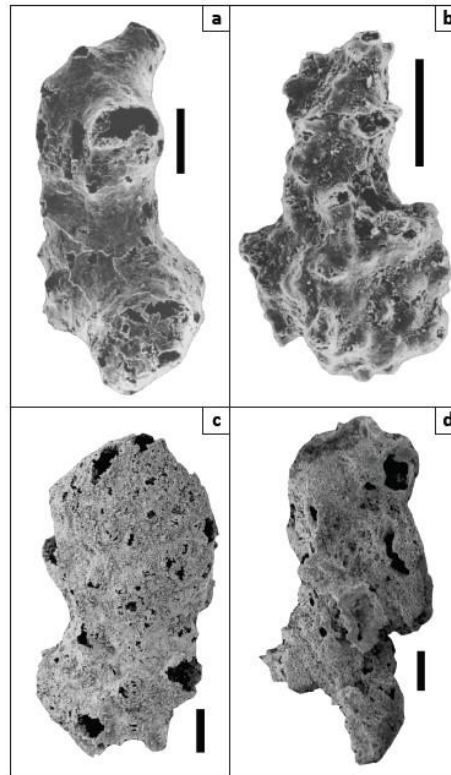


Figura 1. Fósiles de esponjas de Namibia (*Otavia*), la vida animal más antigua encontrada en la Tierra, vistos a microscopía electrónica (Brain et al., 2012).

Gracias al estudio de los datos disponibles en el registro fósil, se han podido conocer las extinciones, y es que esta es la única información disponible sobre taxones extintos y su orden de sucesión (Cascales-Miñana y Cleal, 2014). De esta forma es posible conocer el aumento continuo de la diversidad global y su regresión, ocurrida durante los eventos de extinción.

Actualmente, la relación temporal entre estratos y fósiles es la base de las clasificaciones y correlaciones estratigráficas. La primera afirmación de que los estratos muestran cambios históricos fue elaborada por Stenon en 1669, estableciendo el principio de superposición de los estratos (Figura 2) sobre el que se basa la datación relativa de los mismos. Este principio fue reafirmado a finales del siglo XVIII por Smith formulando la ley de sucesión faunística, al comprobar en sus trabajos de campo que cada estrato tiene su conjunto de fósiles diferentes de los suprayacentes, estableciéndose así un sistema para la datación relativa de las rocas. En 1669, Stenon en su obra “Prodromus” enunció los tres principios básicos de estratigrafía (Alegret et al., 2001):

1. Principio de superposición: en una secuencia vertical de estratos, los más antiguos se sitúan en la parte inferior y los más modernos aparecen hacia el techo de la misma.
2. Principio de continuidad: los estratos se encuentran delimitados por dos planos que muestran continuidad lateral y tienen la misma edad a lo largo de toda su extensión horizontal.
3. Principio de horizontalidad original de los estratos: los estratos fueron originalmente depositados en posición más o menos horizontal. La perturbación de esta posición se debe a modificaciones posteriores.

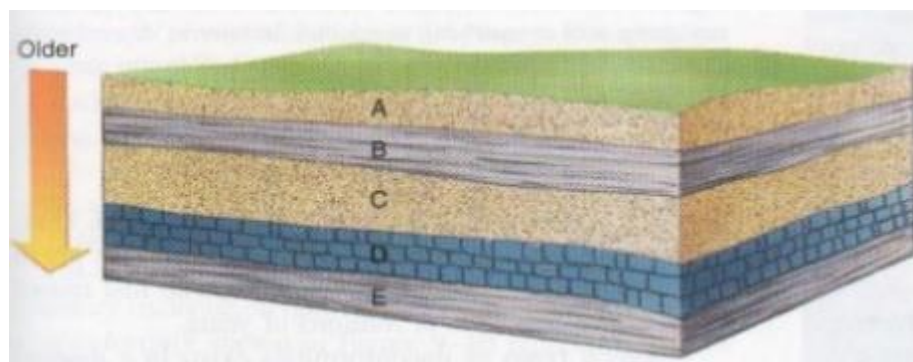


Figura 2. Principio de superposición de los estratos de Stenon empleado para estimar la edad relativa de capas de roca sedimentaria (obtenido de MacLeod, 2013).

Para determinar el tiempo transcurrido entre los estratos, se necesita tomar como base un proceso irreversible, dependiente del tiempo y cuya velocidad sea constante. Hoy día se pensaría en usar métodos radiométricos, pero como a mitad del siglo XIX aún no se había descubierto la radioactividad, se pensó emplear como base la evolución orgánica, que es un proceso dependiente de tiempo e irreversible, aunque la velocidad de cambio no es constante. Lyell imaginó que eran necesarios unos 20 millones de años para el cambio completo de una especie de molusco y desde el Ordovícico habían ocurrido 12 cambios, por lo que daba 240 millones de años al tiempo transcurrido desde el Ordovícico, pero no se podía verificar (Vermeij, 2004). Se intentó realizar la datación tomando como base otros procesos geológicos, hasta que en 1896 se descubrió la radioactividad, que ha proporcionado el mejor instrumento de medida del tiempo geológico.

La edad absoluta de la Tierra se cuenta a partir del momento en que se formó la corteza terrestre, se expresa en miles o millones de años y es a lo que llamamos

tiempo geológico absoluto (Linares Rodríguez, 1982). Gracias a la datación radiométrica de material proveniente de los meteoritos, se le asignan a la Tierra 4467 millones de años. El tiempo geológico se divide en distintos períodos sobre la base de información estratigráfica (cronología relativa) y radiométrica (cronología absoluta). Las divisiones del tiempo se definen primordialmente a partir de los principales eventos geológicos y los cambios biológicos observables en el registro fósil (Fernández López, 2000). Por ejemplo, la transición entre Pérmico y Triásico, hace 250 millones de años, corresponde a un evento de extinción masiva, considerándose estos eventos fundamentales para definir los límites de la escala de tiempo geológico (Figura 3).

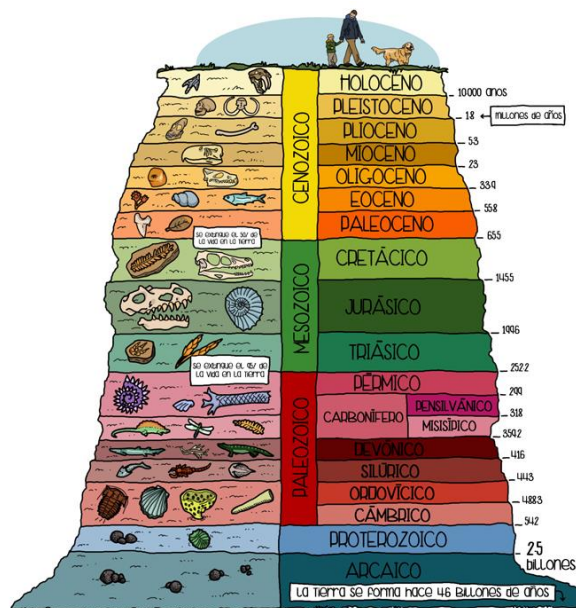


Figura 3. Escala de tiempo geológico (obtenido de Bernardo, 2018).

2.2. TIPOS DE EXTINCIONES.

El análisis del registro fósil ha permitido descubrir que a lo largo de la historia, se han dado diferentes ritmos y modelos de extinción. De esta forma ha sido posible diferenciar dos modelos básicos (Molina, 1995):

- **Extinciones de fondo o numéricas:** consisten en la desaparición de una o unas pocas especies al morir su último miembro. Tiene lugar de modo más o menos continuo a lo largo del tiempo geológico. Se asocian al fenómeno de competencia interespecífica o, como Darwin hizo referencia en su libro, a procesos de selección natural, aunque lo más

probable es que se deban al azar. Representan la mayor parte de las extinciones ocurridas.

- **Extinciones en masa:** numerosas especies desaparecen en un corto período de tiempo geológico afectando al curso evolutivo. Este fenómeno puede estar asociado causas climáticas, explosiones volcánicas, tectónica de placas..., siempre que estos fenómenos causen un cambio a gran escala.

Es común pensar que las extinciones en masa y las extinciones de fondo son fenómenos independientes pese a poder tener causas comunes, como la colisión de un meteorito o un cambio en el nivel del mar. La eliminación de una sola especie, es decir, una sola extinción de fondo, tiene consecuencias sobre las demás especies. Generalmente, cuando se elimina un consumidor potencial genera menos impacto que la de productores primarios (Vermeij, 2004). Se ha observado que algunas grandes extinciones se han iniciado con la extinción de fondo de especies de productores primarios, como por ejemplo la extinción de especies de plantas terrestres se asocia directamente con las extinciones masivas del Pérmico, Triásico y Cretácico, en las que desaparecieron grandes herbívoros (Sellman et al., 2016). Por tanto se puede decir que los dos tipos de extinciones se encuentran relacionados.

2.2.1. LAS EXTINCIONES EN MASA.

Las extinciones en masa ocurren al producirse la pérdida de un elevado porcentaje de especies (entre el 70 % y 95 % de las mismas), géneros y familias, incluso órdenes, a nivel global o en áreas geográficas muy extensas y durante un período de tiempo geológico relativamente corto (Carrión et al., 2006). Por tanto, implica una notable pérdida de biodiversidad bajo circunstancias ambientales que pueden considerarse catastróficas. Su importancia radica en el efecto que provocan en el desarrollo de la biodiversidad y no en su contribución a la desaparición de especies. Esto es debido a que cuando se recupera la biodiversidad, suele tener una composición muy diferente a la que tenía antes de la extinción.

Kauffman (1986) identificó tres modelos básicos de extinción en masa como se puede ver en la Figura 4 (Hallam y Wignall, 1997):

1. **Extinción en masa gradual:** se produce paulatinamente a lo largo de un período de tiempo geológico largo, llegando a superar el millón de años.
2. **Extinción en masa catastrófica o súbita:** se produce de forma instantánea desde un punto de vista geológico, pudiendo acontecer en tan solo unos pocos de años.

3. **Extinción en masa escalonada:** se trata de un proceso de extinción de fondo continuado en el que las especies se extinguen de forma continua.

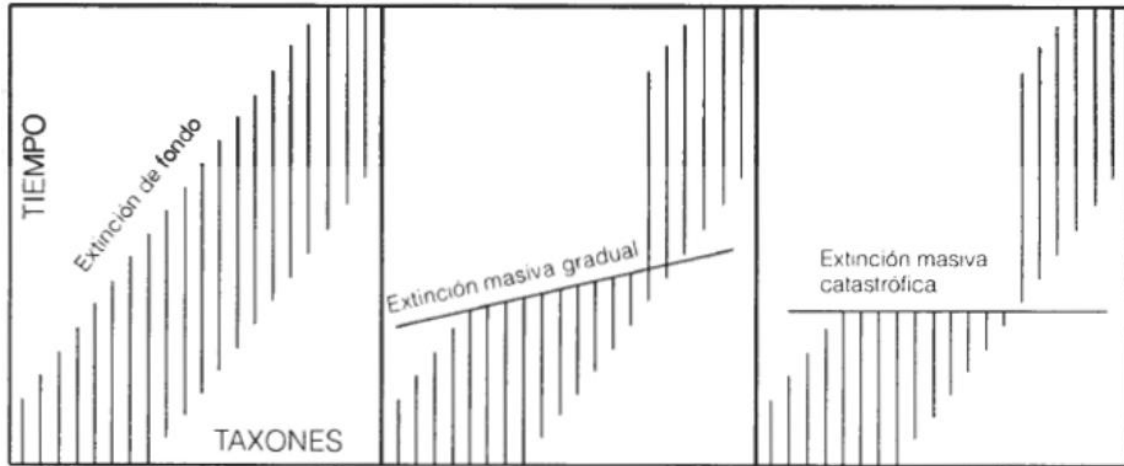


Figura 4. Modelos de extinción en masa (Molina, 1995).

Las extinciones masivas suponen un impulso fundamental para la evolución. Los organismos supervivientes prosperan y se diversifican, a veces hasta convertirse en dominantes. Las extinciones dejan vacantes nichos ecológicos, suponiendo una oportunidad para la supervivencia y diversificación de otras especies. Para conocer esto, fue fundamental la identificación de una serie de etapas ocurridas en el proceso de extinción en masa (Molina, 2006):

1. Extinción: los taxones pueden desaparecer en el momento del evento o poco después.
2. Supervivencia: algunas especies son generalistas, capaces de aprovechar las condiciones alteradas del medio o huir de ellas, sobreviviendo así al evento de extinción.
3. Recuperación: se originan nuevas formas capaces de sobrevivir en un medio hostil y fluctuante, representan el comienzo de nuevos linajes. A medida que las condiciones mejoran, los candidatos a los nichos vacíos compiten entre sí seleccionando aquellas especies que mejor y más rápidamente se ajustan a las condiciones ambientales y funcionales de cada nicho.

En base a la presencia de grandes cráteres de impacto en la Luna y en la Tierra, se ha generalizado la idea de que las extinciones masivas han sido provocadas por impactos meteóricos. Esto surge de un principio que dice que “efectos extraordinarios requieren causas extraordinarias”, y por tanto las extinciones masivas requerirían una gran catástrofe provocada, por ejemplo, por el impacto de un gran bólido. Aunque esta hipótesis parece ser cierta para el límite Cretácico/Terciario, donde está bien documentado el impacto de un gran cuerpo extraterrestre, una gran crisis de extinción puede llegar a ser provocada por pequeños cambios en la organización de los ecosistemas, pero también puede ocurrir que grandes cambios en los ecosistemas provoquen pequeñas extinciones, todo se relaciona con el grado de interdependencia dentro del sistema. En este sentido, existen una serie de disciplinas (geología, astronomía, geoquímica, etc.) que aportan datos muy interesantes para reconstruir las causas y han relacionado estrechamente a las extinciones masivas con los siguientes eventos (Pérez et al., 2010):

- **Impactos extraterrestres:** un cometa o un gran meteorito puede causar extinciones tanto en zonas terrestres como marinas, ya que con unos kilómetros de diámetro su impacto provoca la liberación de gran cantidad de energía y elevar la temperatura global debido a la transformación de la energía cinética en térmica (Pérez et al., 2010). También crea grandes nubes de humo que cubren el planeta dando lugar a una época de oscuridad y de invierno continuado, al impedir que los rayos solares lleguen a la superficie terrestre durante meses o años. A su vez, el bloqueo de la penetración de los rayos solares provoca la muerte de organismos fotosintéticos al detener su metabolismo, afectando a un eslabón clave de la cadena alimentaria. Pasado un tiempo y de forma gradual el material que forma la nube de humo se deposita devolviendo al planeta la luz y aportando al suelo material extraterrestre. En 1978 se dataron concentraciones anormales de iridio en zonas límites de extinciones, un elemento poco común en la superficie terrestre pero muy abundante en el manto y en meteoritos. La interpretación de que la concentración de iridio fuera causada por el impacto de un bólido fue respaldada por la presencia en esas zonas de elementos del grupo del platino, esférulas de sanidina originadas por el impacto y evidencias del estrés ambiental. Por esto, una de las evidencias principales para identificar el impacto de un meteorito es una elevada concentración de iridio (MacLeod, 2013).
- **Actividad volcánica:** la extinción biológica originada por una gran erupción volcánica no la causa solo las coladas de lava, sino también los gases y cenizas que se inyectan a la atmósfera durante la erupción como se puede

observar en la Figura 5. Producen importantes efectos sobre el clima, y cuando son de gran magnitud, las alteraciones pueden tener carácter global. Hacen disminuir la temperatura por emisión de anhídrido sulfuroso y de partículas sólidas muy finas formando nubes de humo y ceniza durante largos períodos, dando lugar a un fenómeno conocido como invierno volcánico, con consecuencias similares a las del impacto de un meteorito. En otros puntos de la corteza, debido al ascenso de calor procedente del manto aumenta la temperatura e induce la reorganización de las placas continentales (Pardo et al., 2011).

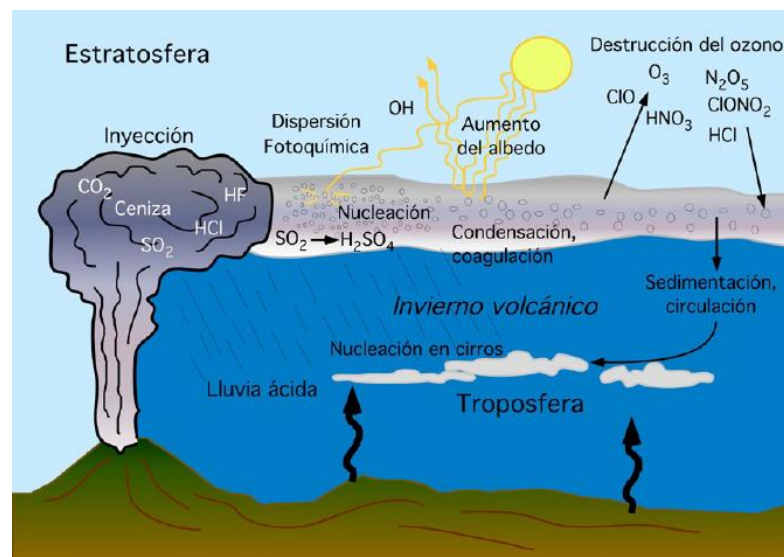


Figura 5. Esquema de la acción en la atmósfera cuando se produce una gran erupción volcánica (obtenido de Pardo et al., 2011).

- **Radiación solar:** como se observa en la Figura 6, la radiación solar que ha recibido el planeta ha cambiado a lo largo del tiempo, haciendo fluctuar la temperatura en diversas ocasiones y produciendo cambios bióticos (MacLeod, 2013).

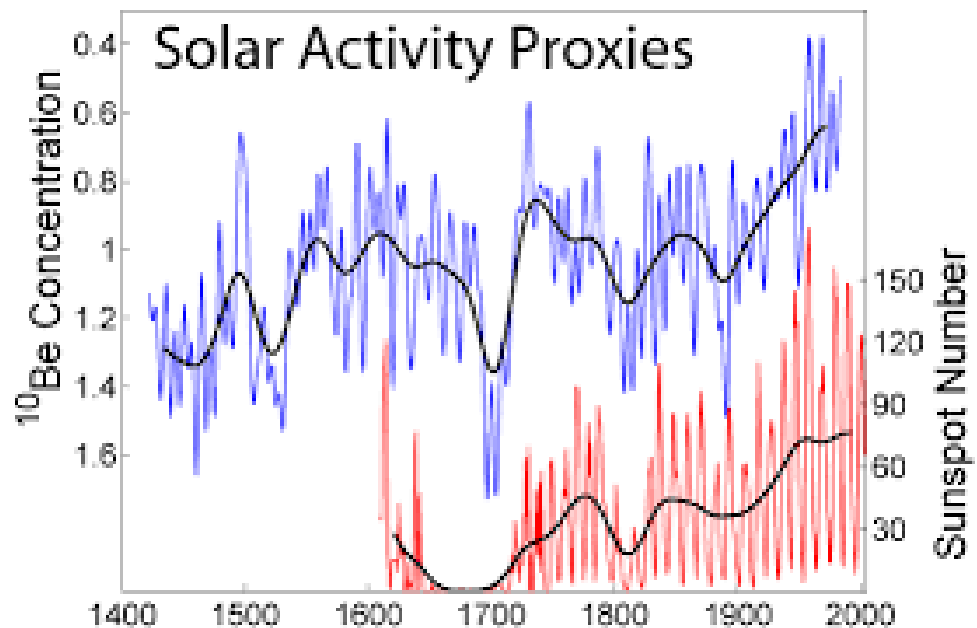


Figura 6. Patrón de variación de la actividad solar a lo largo de la historia de la Tierra (obtenido de MacLeod, 2013).

- **Tectónica de placas:** la colisión continental provoca la variación del ambiente del interior de la plataforma y cambia la circulación oceánica. Además, el movimiento de los continentes puede llevarlos hacia los polos y que en consecuencia sufran una glaciación que haga decaer la temperatura global (MacLeod, 2013).

Como se ha visto, estos acontecimientos llevan asociados muchos otros y conjuntamente causan el gran estrés ambiental que desencadena la extinción en masa. Algunos de ellos son: enfriamiento global, glaciación, cambios en la salinidad o la concentración de oxígeno de los océanos, variación en el nivel del mar, lluvia ácida, alteración en el ciclo del carbono, etc. (Carrión et al., 2006).

El estudio del registro fósil ha sugerido que las extinciones en masa son periódicas y ocurren cada 26 millones de años aproximadamente. Según Pérez et al. (2010), más de 5 extinciones en masa han ocurrido en los últimos 540 millones de años, destruyendo al menos al 50 % de especies que poblaban la Tierra en ese momento y señalan las principales fronteras del tiempo geológico (Tabla 1).

En 1982, los investigadores Jack Sepkoski y David M. Raup identificaron cinco grandes extinciones ocurridas durante el Fanerozoico al final del Ordovícico, Devónico, Pérmico, Triásico y Cretácico (Pardo et al., 2011). Cada una de ellas y la posterior

evolución de nuevas formas de vida han modificado profundamente el planeta hasta la actual expansión de la especie humana por toda la biosfera.

Extinción	Período	Datos de familia		Datos de género	
		% observado	% extinción de especies	% observado	% extinción de especies
Fin-Ordovícico	Hirnantian	26	77 - 91	60	82 - 88
Devónico	Frasnian	22	70 - 88	57	79 - 87
Fin-Pérmico	Changhsingian	51	93 - 97	82	93 - 97
Fin-Triásico	Norian	22	70 - 88	53	76 - 84
Fin-Cretácico	Maastrichtian	16	57 - 83	47	71 - 81

Tabla 1. Intensidad de extinción en las 5 grandes extinciones en masa (MacLeond, 2013).

2.2.1.1. EXTINCIÓN MASIVA DEL FINAL DEL ORDOVÍCICO.

La primera de las cinco grandes extinciones tuvo lugar en la transición del Ordovícico al Silúrico, hace aproximadamente 450 millones de años.

La datación de este período mediante el registro fósil fue compleja, ya que debido a la glaciación y la erosión provocada por la bajada del nivel del mar, múltiples organismos no fosilizaron correctamente, por lo que se necesitó estudiar multitud de regiones (Sheehan, 2001).

Paleogeografía terrestre durante el Ordovícico

La distribución de los continentes durante el Ordovícico fue una de las más alejadas de la actual de todo el Fanerozoico. Los actuales continentes de África, Sudamérica, India y Antártica estaban unidos en un supercontinente, Gondwana. Existían otras masas continentales de tamaño más reducido, como Laurentia (formado por la actual Norte América), Siberia y Báltica (formado por la actual Escandinavia y la Rusia europea).

A lo largo de los 65 millones de años de duración del Ordovícico, los movimientos de estos continentes fueron limitados, pero en algunos casos contribuyeron a producir cambios en la configuración de las asociaciones de faunas

marinas y en la distribución de los climas sobre el planeta. Esto se dio cuando Gondwana se posicionó en el Polo Sur durante mediados y finales del período (Figura 7), y provocó que se cubriera por una gran capa de hielo, dando lugar a que en la climatología del planeta imperasen condiciones glaciares. De esta forma se produjo un gran cambio ambiental que diezmó grupos de organismos plantónicos, pelágicos y bentónicos (Villas, 2001; MacLeond, 2013).

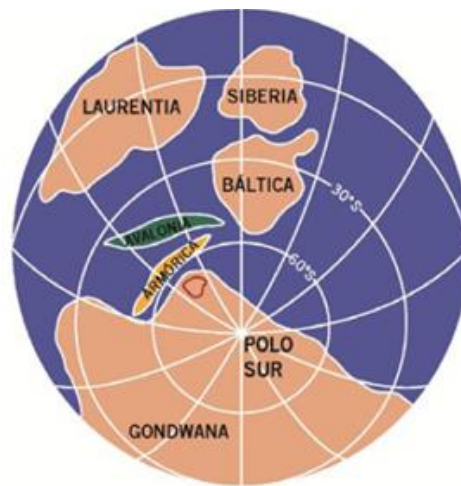


Figura 7. Paleogeografía a mediados del Ordovícico (obtenido de Anguita, 2013).

Extinciones ocurridas

La devastadora crisis de final del Ordovícico eliminó el 85 % de las especies, 57 % de los géneros y 27 % de las familias de invertebrados de animales marinos (Pardo et al., 2011). Se vieron muy perjudicados animales bentónicos como los trilobites (solo sobrevivieron el 30 % de géneros) y bracteolites, así como los Braquiópodos y Briozoos. Otros seres como los Ortocéridos y Didymograptos desaparecieron por completo (Sheehan, 2001).

La consecuencia evolutiva de esta extinción fue que durante el Silúrico los peces marinos se diversificaron, los corales empezaron a formar arrecifes, y las plantas colonizaron tierra firme, reflejado en el registro fósil con la aparición de estomas, cutículas y esporas. De algún modo, una catástrofe en la vida marina supuso un estímulo para la conquista del medio terrestre por las plantas a partir de un grupo de algas continentales, las carofíceas (Muñoz y Refoyo, 2013).

Causa de las extinciones

Durante la extinción del Ordovícico, se han identificado dos fases (Pardo et al., 2011):

La primera ocurrió al quedar el agua atrapada en los casquetes glaciares, probablemente causado por el desplazamiento de Gondwana hacia el Polo Sur. En consecuencia, descendió el nivel del mar y se redujeron los hábitats marinos más poblados causando numerosas extinciones. Además el clima se volvió más frío y se aceleró la circulación oceánica.

Un millón de años más tarde el clima se caldeó, y la fusión de los hielos elevó el nivel del mar provocando nuevas extinciones debido a la anoxia en los fondos marinos y al regreso hacia el ambiente terrestre de antes de la extinción.

2.2.1.2. EXTINCIÓN MASIVA DEL DEVÓNICO SUPERIOR, DURANTE LA ETAPA FRASNIAN.

A final del Devónico, hace 360 millones de años, en la etapa conocida como Frasnense (concretamente en la transición geológica Frasnense-Famennense, o evento F-F), acaeció una segunda extinción masiva. La crisis duró alrededor de 3 millones de años.

Este episodio de extinción ha sido identificado gracias al descubrimiento de lutitas ricas en materia orgánica distribuidas por todo el mundo, junto con la datación de isótopos de S, O, C y Sr que implican una perturbación del clima global. El estrato está caracterizado por la primera aparición de conodontos y ammonioideos (Caplan y Bustin, 1999).

Paleogeografía terrestre durante el Devónico

El límite Frasnense/Famennense fue geológicamente muy activo. Se produjo la Orogenia Antler, la Ellesmerense y las últimas fases de la Acadiense.

Los continentes de Laurentia y Báltica se desplazaron, causando un intenso volcanismo. Como se aprecia en la Figura 8, las actuales Sudamérica, África, India, Antártica y Australia formaban parte de Gondwana, que ocupaba la mayor parte del hemisferio sur (Copper, 1986). Otros fragmentos continentales de menor tamaño se localizaban en la zona ecuatorial, que durante esta época y principios del Devónico se unieron formando un nuevo continente, Euramérica. La colisión permitió la formación de la cadena montañosa Caledoniana, de la que hoy día quedan los Montes Apalaches, el Macizo Armoricano y las montañas de Bohemia y Escandinavia (MacLeod, 2013).



Figura 8. Reconstrucción paleogeográfica durante el Famenniense (obtenido de Caplan y Bustin, 1999).

Extinciones ocurridas

El período Devónico terminó con una extinción que aniquiló al 70 % de especies, al 19 % de familias y al 55 % de géneros que habitaban el planeta en aquella época.

Probablemente a causa de la anoxia marina, la extinción fue selectiva y eliminó al 95 % de especies de aguas someras y al 60 % de aguas profundas. Afectó a la mitad de los géneros animales, incluyendo a los cnidarios, braquiópodos, foraminíferos, equinodermos, algas bentónicas, cefalópodos, peces y zooplancton, y de forma más severa a los conodontos, ammonoideos y trilobites (Carrión et al., 2006). Se vieron afectadas las especies coralinas, ya que vivían en zonas templadas donde la extinción fue más brusca. Los arrecifes de coral que se perdieron en esta época (Figura 9) no se recuperaron del todo hasta el Mesozoico (Pardo et al., 2011).



Figura 9. Fósiles de corales coloniales, *Favosites*, del Devónico (obtenido de Macleond, 2013).

Con respecto a las plantas, el evento F-F coincide con un momento importante en la especiación vegetal, que pudo derivar en la modificación del ciclo del carbono. Ocurrió la radiación evolutiva de trimerófitas, zosterofilófitas, licófitas, esfenófitas, helechos y progimnospermas. Esto implica novedades en el sistema vascular, mecanismos de anclaje y tipos foliares. A esta época corresponde la primera semilla fósil, *Archaeosperma arnoldii*, lo que supone la aparición de mecanismos de reproducción sexual de las primeras espermatofitas. Se contemplan las primeras estructuras edáficas conocidas, punto de partida en la aparición de los bosques, que adquieren su máximo desarrollo durante el Carbonífero (Carrión et al., 2006). Ligado a esto, aparecieron los primeros tetrápodos y anfibios en zonas terrestres, los insectos y las arañas mostraron su primera radiación evolutiva (Copper, 1986).

La diversidad se recuperó en aproximadamente 50 millones de años y aumentó los valores que tenía con anterioridad a la extinción (Muñoz y Refoyo, 2013). El planeta se cubrió de bosques; insectos y anfibios gigantes dominaron los continentes debido al elevado contenido atmosférico de oxígeno, y aparecieron los reptiles, que se diversificaron y formaron seres más complejos.

Causa de las extinciones

La extinción masiva ocurrida durante el Devónico tuvo lugar en una serie de entre dos y tres pulsos de extinción. Sus causas son complejas y aún siguen en estudio,

pero la comunidad científica ha propuesto cuatro causas que pudieron encauzar el proceso de extinción (Pardo et al., 2011):

1. Volcanismo ligado a los LIPs (*Large Igneous Province*). Durante todo el Devónico hubo una intensa actividad magmática a lo largo de la Plataforma Siberiana coincidiendo con el límite Frasnian-Famennian (Pérez et al., 2010).
2. El impacto de un bólido, al que se atribuye el anillo de Siljan, cráter de impacto presente en Suecia central.
3. Un cambio en el clima que produjo el enfriamiento del agua de los océanos. El clima del Devónico fue cálido y seco, pero se han encontrado sedimentos glaciares de mitad del Famennian, lo que reduciría la temperatura ambiental (revelado por el análisis de isótopos de oxígeno).
4. Aumento del CO₂ oceánico, causado por un estancamiento de la circulación oceánica, lo que pudo ayudar a la acumulación de materia orgánica para la formación de lutitas y al aumento en isótopos de C (Cooper, 1986).

2.2.1.3. LA MAYOR CRISIS DE LA VIDA DURANTE EL PÉRMICO SUPERIOR.

Hace 250 millones de años, a final del Pérmico, tuvo lugar la mayor catástrofe biológica de todos los tiempos, que marca el tránsito del Paleozoico al Mesozoico.

Los yacimientos pérmicos consisten principalmente en estratos rojos continentales y exposiciones de ambientes marinos someros. Para el estudio de este período se usó principalmente el registro fósil de conodontos de diferentes regiones de Italia, Paquistán y China (Hallam y Wignall, 1997).

Paleogeografía terrestre durante el Pérmico

A inicios del Pérmico, en la Tierra aún quedaban resquicios de la última gran glaciación, que se produjo por el traslado de Gondwana hacia el Polo Sur durante el Carbonífero, pero retrocedieron durante la primera etapa.

Entre final del Carbonífero e inicios del Pérmico, Gondwana y Laurentia colisionaban de forma continua, lo que ocasionó un cambio en los patrones de circulación atmosféricos y en la fisiografía del espacio terrestre, además elevó el nivel del mar. Se desarrolló la Orogenia Hercínica, en la que ambos continentes acabaron uniéndose y formaron el supercontinente conocido como Pangea, que se situaba en el ecuador y se extendía hacia ambos Polos.

En la costa este de Pangea se encontraba un océano semicerrado conocido como Tethys, el resto del espacio terrestre estaba ocupado por el océano Pantalásico. Por tanto, la paleogeografía del planeta cambió hasta adquirir la forma que podemos apreciar en la Figura 10.

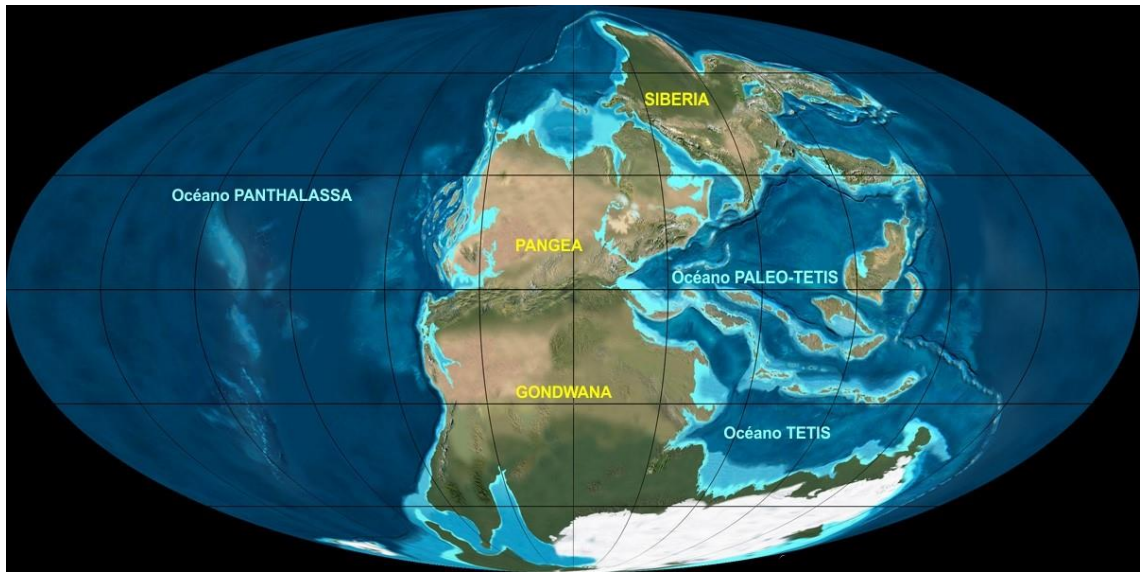


Figura 10. Paleogeografía final del Pérmico (obtenido de Deep Time Maps™).

Al inicio de la última etapa del Pérmico, en consecuencia a la tectónica de placas, la temperatura global pasó de ser fría a cálida y seca, lo que puso en riesgo la vida de multitud de especies sensibles a cambios de temperatura (MacLeod, 2013).

Extinciones ocurridas

En los océanos se extinguieron el 95 % de especies, 53 % de familias y 84 % de géneros biológicos. Disminuyó la presencia de organismos sésiles desde el 68 % hasta un 50 %. Se produjo la extinción definitiva de los trilobites (Figura 11), los eurypteridos (escorpiones marinos) y los acantodios (tiburones espinosos) (Pardo et al., 2011).



Figura 11. Fósil de trilobites encontrado en Marruecos (obtenido de MacLeond, 2013).

En tierra firme, afectó al 70 % de las especies, al 57 % de las familias y al 83 % de géneros de plantas, insectos y vertebrados, acabando con el dominio de los reptiles terápsidos (antecesores de los mamíferos) proporcionando a los arcosaurios, y en especial a los dinosaurios, la oportunidad de dominar los ecosistemas terrestres (Erwin, 1994).

Los grupos de plantas más afectados fueron las esfenófitas y helechos arborescentes. Por el contrario, se produjo la radiación de las equistáceas y omundáceas, así como una expansión de las pteridospermas, cícadas, ginkgófitas y coníferas. Por tanto, lo que sucedió fue más bien una reorganización de la estructura ecológica con aparición de nuevas especies y cambios en la distribución de las ya existentes (Carrión et al., 2006).

En el registro fósil de este período no hay presencia de gasterópodos, bivalvos, braquiópodos y otros linajes, que aparecen de nuevo en el Triásico, demostrando así la existencia de taxones lázaro.

Causa de las extinciones

La causa más probable de esta extinción fue el cambio climático global provocado por gigantescas erupciones volcánicas en Siberia, conocidas como los *Traps Siberianos*, el aumento de la aridez en los continentes y la disminución de la circulación oceánica. Si bien es cierto esto, el principal factor culpable aún no ha sido definido de forma unánime. Siguiendo a Hallam y Wignam (1997) las causas más sospechosas de serlo son:

1. Radiación cósmica procedente de una nebulosa cercana que produjo la destrucción de organismos fotosintéticos terrestres y marinos.
2. Reducción de la concentración salina en los océanos, se piensa que produjo al formarse grandes depósitos de sal que datan de esta época.
3. Impacto de un meteorito que paralizó la fotosíntesis. Además, en 2006 se encontró un cráter en la Antártida, Wilkes Land, que la comunidad científica atribuye a esta época (Veevers y Saeed, 2011).
4. Liberación de hidratos de metano del fondo oceánico, a causa de su calentamiento por el ascenso del magma. Así mismo, el metano añadido a la atmósfera elevaría la temperatura global hasta poder causar un “efecto invernadero”.
5. Liberación de sulfuro de hidrógeno en los océanos que subiría a la atmósfera, destruiría la capa de ozono y la penetración de radiación ultravioleta junto a los gases tóxicos destruirían los ecosistemas.

Pero como se puede observar en la Figura 12, algunos de estos fenómenos serían consecuencia directa de la gran erupción volcánica producida en los Traps Siberianos.

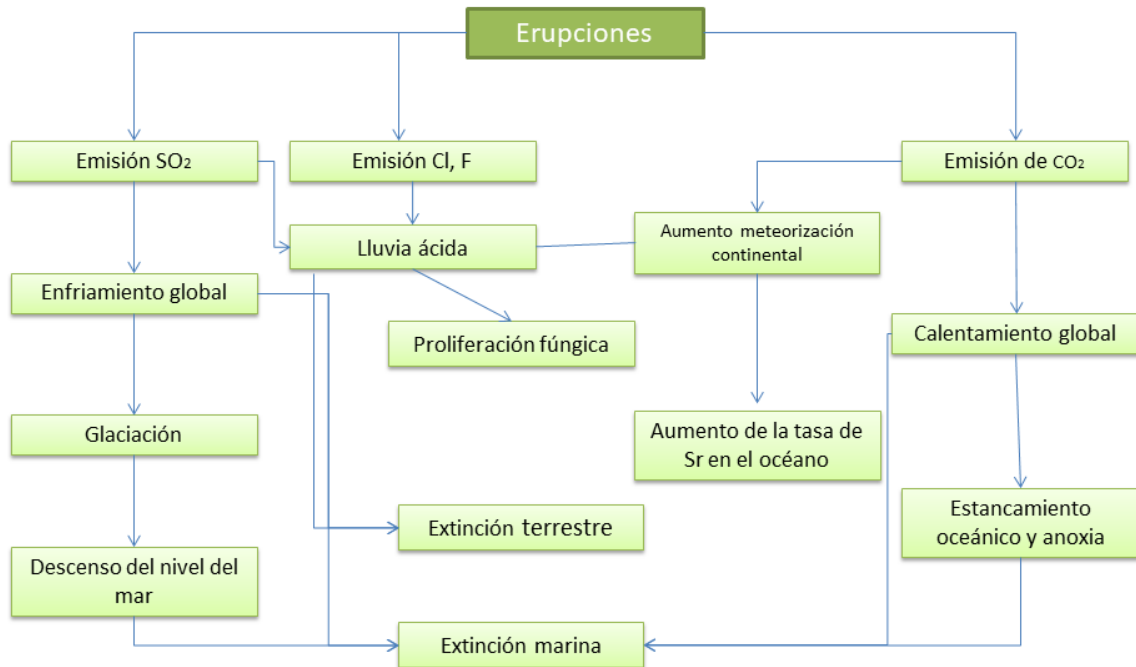


Figura 12. Diagrama de los efectos producidos por la erupción volcánica de los Traps Siberianos (basado en MacLeond, 2013).

2.2.1.4. LA GRAN EXTINCIÓN DE LA TRANSICIÓN TRIÁSICO-JURÁSICO.

Durante el período Triásico, con el que comienza la Era Mesozoica, hace más de 200 millones de años, se dio la menor de las 5 grandes extinciones. Corresponde al tránsito del Triásico al Jurásico.

El estudio de este período ha sido complejo ya que gran parte de los sedimentos del océano profundo depositados durante el Triásico han desaparecido a través de la subducción de las placas oceánicas (MacLeond, 2013).

Paleogeografía terrestre durante el Triásico

Durante el Triásico había un gran supercontinente: Pangea. Éste se encontraba centrado sobre el ecuador y rodeado por el océano Pantalásico. Un extenso golfo por la zona este compuesto por un arco de islas rodeaba el mar Tethys.

En el Triásico tardío Pangea se movía muy lentamente hacia el norte, y en ese proceso el supercontinente empezó a mostrar los primeros signos de su

fraccionamiento, con la creación de un rift en la parte oriental de Norteamérica (Figura 13) (MacLeod, 2013).

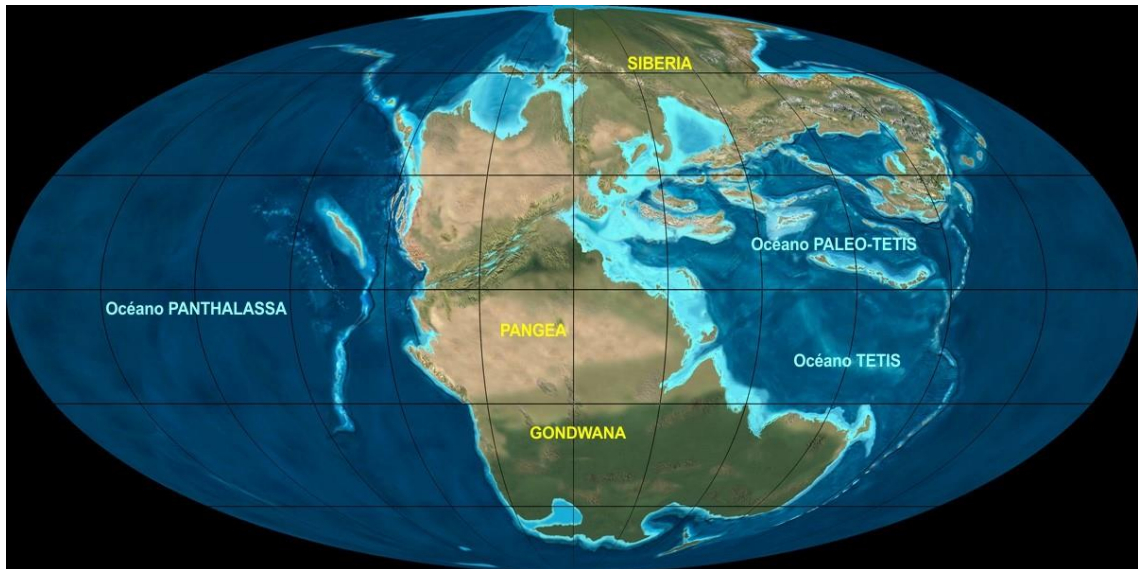


Figura 13. Paleogeografía del período Triásico (obtenido de Deep Time Maps™).

Extinciones ocurridas

Durante la extinción que marcó el límite entre el período Triásico y Jurásico se perdieron el 76 % de las especies, y el 48 % de los géneros que habitaban el planeta.

En el océano, la extinción eliminó el 20 % de familias y el 55 % de géneros marinos (Figura 14), supuso la desaparición de los conodontos (Erwin, 1994). Las comunidades de arrecifes conocieron su peor crisis siendo más severa para los corales escleractinianos.



Figura 14. Fósil de notosaurio encontrado en Italia (obtenido de MacLeod, 2013).

En tierra firme, se produjo la desaparición de los grandes anfibios. Se vieron perjudicados gran número de vertebrados, como por ejemplo la mayoría de arcosaurios no dinosaurios, de terápsidos y a los últimos grandes anfibios. Ello supuso la extinción del 23 % de todas las familias y el 38 % de todos los géneros biológicos.

Con respecto a las plantas, sufrieron extinción en masa glosopteris, peltaspermáceas y coristospermáceas. Además se produjeron otras extinciones regionales en Europa y Norteamérica, donde la flora fue reemplazada en un 95 %. La transición contempla incluso la aparición de nuevos grupos y la radiación de otros, es el momento de la diversificación inicial de las familias modernas de coníferas.

Los nichos ecológicos vacantes permitieron a los dinosaurios el dominio total durante el Jurásico y el Cretácico, recuperándose así la biodiversidad en 100 millones de años.

Causa de las extinciones

No se conocen con detalle las causas de la extinción pero pudieron estar relacionadas con la fragmentación de Pangea, los cambios ambientales y el volcanismo que formó la provincia del Atlántico central.

Una de las causas barajadas entre la comunidad científica es el impacto de un meteorito asociado a un cráter de impacto presente en Portugal, conocido como Guarda. Pese a no haber evidencias claras de que el impacto del cuerpo extraterrestre fuera el causante de la extinción en masa que marca el límite entre el Triásico y el Cretácico, ha pasado a ser una de las posibilidades ya que el cráter de impacto data de dicha época, se le atribuyen 200 millones de años (MacLeond, 2013).

La relación entre la extinción y la gran erupción volcánica está más apoyada. Los datos correspondientes al isótopo de carbono de Reino Unido y Groenlandia apuntan a que la extinción y las erupciones de las primeras lavas de la provincia magmática del Atlántico Central ocurrieron al mismo tiempo, lo que sugiere que fue la causa principal. Además, se conoce que a final del Triásico ocurrió una perturbación global en el ciclo del carbono y afectó a los reservorios atmosféricos y oceánicos poco profundos. Estos datos concuerdan con la entrada de carbono a la atmósfera a causa de la liberación de CO₂ asociado al vulcanismo que formó la provincia magmática del Atlántico central, y posiblemente con la liberación desde los hidratos de gas (Hesselbo et al., 2002).

2.2.1.5. LA CRISIS DE FINAL DEL CRETÁCICO.

La extinción en masa del Cretácico/Terciario (K/T), de la cual hace más de 65 millones de años, es la última de cinco grandes crisis biológicas que han ocurrido a lo largo de la historia de la vida en la Tierra. Es la más conocida pero no por su magnitud,

ya que respecto a esto quedaría en tercer lugar, sino porque terminó con la existencia de los dinosaurios (salvo aves) y supuso un punto de partida para la radiación evolutiva de los mamíferos.

El estratotipo que marca el límite del Cretácico fue definido en la base de la arcilla que contiene la anomalía de iridio en El Kef (Túnez). Actualmente se conocen en todo el mundo más de 350 localidades en las que se ha podido analizar y datar con precisión el límite K/T. Además de una concentración excesiva de iridio, los geólogos utilizan para reconocer la posición del límite K/T en campo otras anomalías (Figura 15) que aparecen concentradas en dicha frontera, como por ejemplo microtectitas, espinelas de níquel y cuarzos de choque entre muchos otros (Sola et al., 2012).

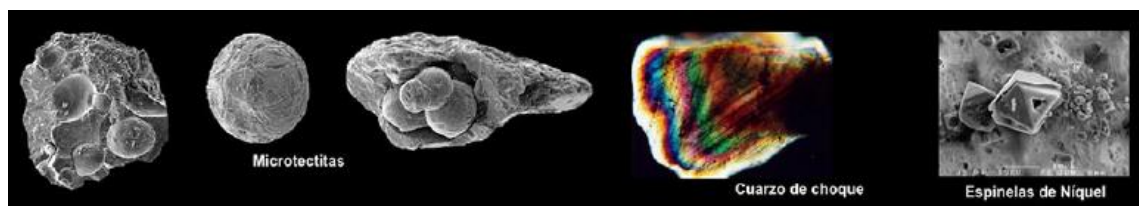


Figura 15. Algunos tipos de evidencias petrológicas y mineralógicas distribuidas globalmente en el límite Cretácico/Terciario (obtenido de Sola et al., 2012).

Paleogeografía terrestre durante el Cretácico

Durante el Jurásico y el Cretácico, la Tierra comenzó a adquirir las características fisiográficas de la era moderna. A inicios del Jurásico, Pangea dejó de navegar de forma unitaria y comenzó a separarse. Continuó la división entre América del Norte y Gondwana y, a final del Jurásico, se abrió la cuenca central del Océano Atlántico separando a América del Norte del sur de Pangea. Por tanto, a partir de este momento Pangea ya no existía.

En el hemisferio sur, un supercontinente (conocido generalmente como Gondwana) formado por la actual Sudamérica, África, India, Australia y Antártica se alejó de América del Norte. El mar Tethys continuó cerrándose y a lo largo de la costa norte, a causa de la subducción tectónica, el arco insular que se había formado comenzó a unirse al emergente continente asiático. Además, a finales del Jurásico existía una mar amplio y poco profundo en zonas de alta latitud del norte de Europa y Escandinavia, iniciando su separación de América del Norte y Groenlandia.

Al final del Cretácico, la cuenca del Atlántico continuó extendiéndose hacia el sur, África se había separado de Sudamérica hacia el oeste así como el resto de

Gondwana. Del mismo modo, India y Madagascar se separaron de África, y Australia y la Antártida eran los únicos que continuaban formando parte de la Gondwana, pero ambas se habían desplazado hacia el sur hasta posarse nuevamente sobre el Polo Sur. Al norte, el antiguo y amplio Mar Tethys había desaparecido por completo, por lo que África comenzó a chocar con el sur de Europa y Asia. La mayor parte de Europa occidental estaba sumergida bajo un mar poco profundo que se formó en consecuencia al aumento del nivel del mar. También se abrió una vía marítima somera entre Norteamérica y Groenlandia, mientras que Norteamérica continuó su deriva hacia el norte. El Polo Norte del Cretácico tardío estaba cubierto por el mar, debido a la inundación de la plataforma continental siberiana (Figura 16) (MacLeond, 2013).

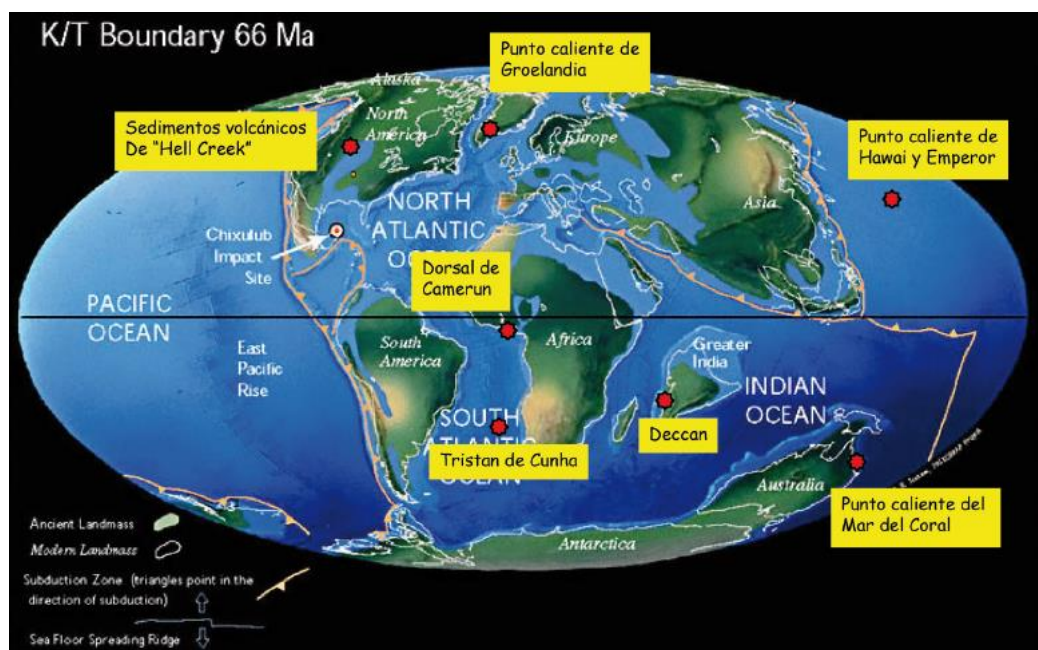


Figura 16. Paleogeografía del límite Cretácico/Terciario en la que se han marcado las principales áreas de emisiones volcánicas (obtenida de Canudo, 2010).

Extinciones ocurridas

La última extinción en masa que hasta ahora ha influido en la evolución de la vida en la Tierra se cebó con el 75 % de las especies y el 40 % de los géneros. En los océanos se vieron afectados todos los niveles de la red trófica. Se extinguieron más del 60 % de corales y moluscos así como dos tercios de las 65 especies de foraminíferos planctónicos, supuso el fin para los ammonites (Figura 17 a.) y belemnites. Entre los vertebrados, desaparecieron los dinosaurios, pterosaurios y plesiosaurios (Figura 17 b.).

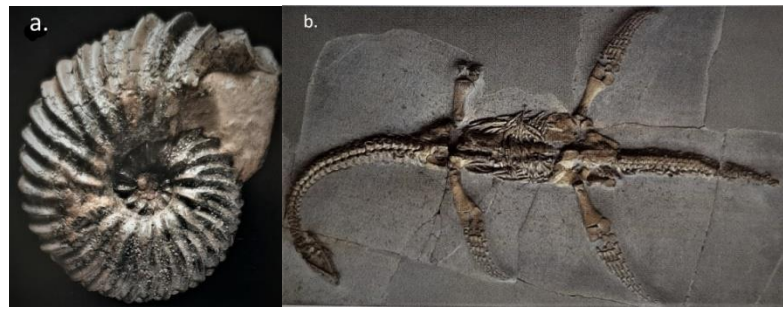


Figura 17. Fósiles de víctimas destacadas durante la extinción del K/T: a. Ammonites; b. Plesiosaurio (elasmosaurio) (obtenido de MacLeond et al., 2013).

Respecto a los insectos, resistieron al evento de extinción del final del Cretácico, probablemente debido a la plasticidad espacio-temporal de sus rangos de distribución. Los grupos que desaparecieron eran fitófagos especialistas cuyos huéspedes vegetales se extinguieron en estos episodios (Carrión et al., 2006).

Las floras tropicales fueron las más afectadas debido a la extremada sensibilidad de estos ecosistemas. La vegetación terrestre estaba dominada por las angiospermas, que aparecieron a principios del Cretácico, se constata una enorme heterogeneidad espacial.

La crisis K/T fue especialista, salvo para los foraminíferos, afectó a organismos demasiado especializados para adaptarse a los rápidos cambios ambientales. Las especies generalistas sí lo hicieron y sobrevivieron.

Las aves, pese a sufrir una reducción poblacional, fueron los únicos descendientes de los dinosaurios que sobrevivieron a la crisis del K/T y poblaron los cielos. Los mamíferos del tamaño de musarañas y de hábitos nocturnos, se diversificaron y han llegado a dominar los ecosistemas terrestres, hasta dar lugar al hombre (Pardo et al., 2011).

Causa de las extinciones

Durante un pequeño intervalo al final del Cretácico se produjeron una serie de fenómenos que desestabilizaron y destruyeron múltiples ecosistemas. La inusual actividad volcánica y el impacto de un gran meteorito son las dos principales causas aceptadas para llevar a cabo la extinción.

La causa volcánica se ha relacionado con una extinción más dilatada en el tiempo, y la causa extraterrestre con una extinción instantánea. Ambos procesos no

son excluyentes, por lo que un modelo que los integre sería el más adecuado. En la actualidad está bien aceptado que la causa de la extinción fue un cambio climático, la discusión se plantea sobre el mecanismo que lo puso en marcha, planteándose los siguientes sucesos (Pardo et al., 2011):

- Una extinción instantánea producida por un impacto extraterrestre de gran magnitud: en 1980, Álvarez y Smith propusieron que la extinción fue debida a un impacto extraterrestre al descubrir una concentración anormalmente elevada de iridio coincidiendo con la extinción de foraminíferos planctónicos que marcaba el límite K/T. La teoría consiguió gran apoyo cuando se encontró el Chicxulub, un cráter en la península de Yucatán (MacLeod, 2013). El impacto del bólido generaría un importante cambio climático afectando directamente a los distintos ecosistemas.
- Una extinción rápida geológicamente hablando, pero gradual, producida por la contaminación y el cambio climático consecuencia del intenso volcanismo. La influencia del volcanismo del Deccan en las biotas fue indudable. Destruyó kilómetros de bosque tropical y las distintas biotas que allí se encontraban, hallándose fósiles de multitud de vertebrados en los sedimentos de las capas volcánicas. El efecto más importante para explicar la extinción a nivel global sería la gran cantidad de gases tóxicos expulsados a la atmósfera, que alterarían el clima a medio y largo plazo.
- Una extinción pluricausal debida a un cambio climático a nivel global, un cambio en el nivel oceánico, una de las mayores emisiones volcánicas en la Tierra y el impacto de un gran meteorito. Los cambios en las aguas oceánicas pudieron producir la reestructuración de la circulación marina con una disminución de las temperaturas y un significativo estrés ambiental, que pudo ser acentuado por la actividad volcánica, siendo el impacto extraterrestre un acelerador de los procesos de extinción.

Se carece de razones para considerar que no se produjera una extinción pluricausal, ya que además algunas de las consecuencias de estos fenómenos son las mismas. Parece más fácil buscar un conjunto de causas que decantarse por una única, aunque no cabe duda de que el impacto extraterrestre pudo ser una de las principales (Canudo, 2010).

2.2.1.6. ¿LA SEXTA EXTINCIÓN MASIVA?

Vivimos en un período de importante pérdida de biodiversidad al que los medios de comunicación les gusta llamar la “sexta gran extinción”. Se inició en la era de la agricultura y la ganadería y se ha radicalizado en los últimos 200 años después de la revolución industrial. Se asocia principalmente a la expansión por todos los ecosistemas del *Homo sapiens*.

La extinción que estamos viendo es fundamentalmente de carácter local, condicionada por la fragmentación de los hábitats, la introducción de especies depredadoras o competidoras y de patógenos (Maldonado, 2009); son unos factores problemáticos pero están lejos de causar la extinción de un gran número de especies a escala global o un gran proceso de extinciones colaterales. Teniendo esto en cuenta y los porcentajes de pérdida de especies (no llega al 70 %, sino que se estima actualmente puede ser del 50 %), no se puede decir que se esté viviendo un proceso de extinción en masa.

La diferencia entre las extinciones del pasado y las presentes radica en el número de consumidores y productores afectados por ellas. Las extinciones que ocurren hoy día afectan a comunidades de consumidores principalmente, sin perturbar a otras especies que habitan en el mismo ecosistema, las del pasado afectaron especialmente a hábitats de productores primarios, de los cuales todas las especies dependen en mayor o menor medida (Ceballos et al., 2015).

El desafío actual es determinar cómo y cuándo los niveles de extinción de especies modernas pueden volverse peligrosos y tomar decisiones para mejorar los recursos económicos, de investigación y educativos sobre los problemas más importantes a los que se enfrenta la población humana (Carrión et al., 2006). Para hacer esto, científicos, coordinadores y políticos requieren de las mejores predicciones de las tasas, consecuencias y estrategias previstas para tomar medidas y de esta forma evitar la pérdida de biodiversidad.

Sin embargo, se necesitará mucha más investigación para que la ciencia cumpla con su promesa de suministrar al sector comercial, al gobierno y al público en general datos precisos y objetivos sobre el riesgo de extinción. En este sentido, la ciencia debe usar de forma más eficiente los recursos que tienen a su disposición para poder crear fuentes de información para ellos mismos con el objetivo de proporcionar los datos, análisis y predicciones que la sociedad necesita para abordar sus principales preocupaciones (MacLeond, 2013).

2.3. LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES.

La Didáctica es una disciplina pedagógica esencial para el profesorado, al centrarse en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Su finalidad es formativa y aporta modelos, enfoques y valores adecuados para organizar la toma de decisiones educativas y para hacer avanzar el pensamiento reflexivo (Rivilla et al., 2009).

Dependiendo de los contenidos específicos en los que se centre, encontramos varios tipos de Didáctica, entre ellos la Didáctica de las Ciencias Experimentales, que es la disciplina pedagógica encargada de estudiar los procesos cognitivos relacionados

con el proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos curriculares de naturaleza científica. Es una disciplina emergente cuyo fin es la educación científica y la formación del profesorado de ciencias (Porlán Ariza, 1998). El propósito de esta disciplina es que dicho profesorado sea capaz de acercar el conocimiento científico al alumnado inculcando los siguientes objetivos (Palacios y Cañal, 2000):

- Promover conocimientos conceptuales sobre características, causas y consecuencias de fenómenos biológicos de interés educativo general.
- Favorecer el aprendizaje de determinadas destrezas manuales y habilidades de investigación, como manera de contribuir al desarrollo de las capacidades intelectuales de los estudiantes, y a que comprendan mejor la naturaleza de la ciencia y del trabajo científico. Al ser una disciplina experimental, permite su puesta en práctica y como consecuencia los estudiantes aprenden estrategias que los aproximan a los métodos de trabajo que caracterizan las investigaciones científicas. Esta circunstancia confiere un valor formativo añadido al aprendizaje conceptual, al permitir que los estudiantes conozcan la naturaleza de la ciencia y del conocimiento científico, el carácter provisional de las teorías científicas, la importancia del trabajo en equipo...
- Contribuir en el desarrollo de conductas adecuadas y saludables, tanto desde el punto de vista personal como social.

Es fundamental que el alumnado comprenda la naturaleza de la ciencia, ya que esto implica entender los procesos a través de los cuales la ciencia desarrolla el conocimiento, así como apreciar el poder explicativo y predictivo de las teorías científicas, la evolución de éstas con el tiempo y el impacto de los avances de la ciencia en la sociedad. De esta forma, la población puede reconocer la ciencia como una actividad humana, influenciada por el contexto socioeconómico y por las ideologías o los marcos conceptuales imperantes (Romero y Vázquez, 2013).

Una de las finalidades más importantes de la Didáctica de las Ciencias es la alfabetización científica, que radica en comprender un amplio rango de conceptos y capacitar al alumnado para el uso de un vocabulario científico en la vida cotidiana, apreciar la historia de la ciencia, comprender la divulgación científica para despertar el interés por la misma y estar motivado para seguir aprendiendo, siendo fundamental el conocimiento de la naturaleza de la ciencia. La alfabetización científica permite a los individuos posicionarse frente a temáticas socio-científicas de interés de forma juiciosa, y así poder tomar decisiones justificadas y responsables sustentadas sobre la base del conocimiento científico (Díaz et al., 2003).

2.4. ASPECTOS DIDÁCTICOS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS: LAS EXTINCIONES.

Desde principios de los años 50, la enseñanza de las ciencias ha sido articulada fundamentalmente en torno a contenidos expositivos no cambiantes. Debido a su ineficacia, con el tiempo se ha propuesto llevar a cabo proyectos dirigidos a promover los procesos y procedimientos de la ciencia. Mediante la realización de diferentes investigaciones, se ha visto que éstos solo son eficaces si el alumnado dispone de los conocimientos conceptuales adecuados, cuyo principal problema es la existencia de fuertes concepciones alternativas a los conceptos científicos que se les enseña. Esto ha provocado que hoy día sea muy importante que el alumnado lleve a cabo un aprendizaje de tipo significativo, para lo que es necesario que el profesor conozca las posibles concepciones alternativas de cada alumno y así adaptar el temario a impartir para que consigan superarlas (Pozo y Gómez, 1998).

2.4.1. IDEAS PREVIAS DE LOS ALUMNOS.

Ausubel enuncia en su obra "Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo" el siguiente hecho: *"Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: "El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enseñe consecuentemente"*.

Durante mucho tiempo el aprendizaje se ha considerado un cambio conductual, pero se puede afirmar que el aprendizaje humano va más allá, conduce a un cambio de significado de la experiencia, la cual implica al pensamiento, la afectividad y capacita al individuo para enriquecer el significado de su experiencia (Ausubel, 1983).

Para entender la labor educativa se necesita considerar a los profesores y su manera de enseñar, la estructura de los conocimientos que forman el currículum, cómo se desarrollan los conocimientos y el marco psicoeducativo en el que se desarrolla.

Según Ausubel (1983), el aprendizaje del alumnado depende del conjunto de conocimientos previos (estructura cognitiva) que relacionan con la nueva información que se les muestra y la forma en que las organiza. Por tanto, es importante conocer la información, conceptos y posiciones de nuestro alumnado, es decir, sus ideas previas sobre el contenido que se les va a enseñar.

Es muy importante que el alumnado lleve a cabo un aprendizaje significativo, es decir, que relacione los contenidos de modo no arbitrario y sustancial con lo que ya sabe. Por tanto, el docente ha de identificar lo que el individuo sabe para así ayudar a

establecer una relación con lo que debe aprender (Ausubel, 1983). Se distinguen tres tipos de aprendizaje significativo:

- **De representaciones:** ocurre cuando se igualan en significado símbolos con sus referentes y significan para los alumnos lo que aludan dichos referentes.
- **De conceptos:** objetos, eventos, situaciones o propiedades con criterios comunes y que se designan con símbolos o signos.
- **De proposiciones:** implica la combinación y relación de varias palabras que se combinan produciendo un significado más simple.

Las ideas previas se definen como el conjunto de ideas que poseen los seres humanos para la interpretación de los fenómenos naturales, y que están en contradicción con lo establecido en las teorías, leyes y principios del conocimiento científico (Pozo y Gómez, 1998).

Las causas de las ideas preconcebidas del alumnado pueden agruparse en torno a tres posibles orígenes (Pozo, 1991): origen sensorial, se dan de forma espontánea en el intento de dar significado a actividades cotidianas; origen social, el alumno se impregna de las ideas de su entorno social en el que influye notablemente la cultura del mismo, y origen analógico, establecen relaciones entre el saber científico y situaciones similares que encuentran en su entorno.

Siguiendo a Pozo (1996), hay tres enfoques diferentes para tratar las ideas de los alumnos en el currículum de ciencias:

1. Separar las ideas de los alumnos del conocimiento científico, es decir, enseñar ciencias de forma independiente a sus ideas. Es una estrategia ineficaz ya que no asimila las teorías científicas cambiando sus ideas previas.
2. Partir de las ideas de los alumnos para que las cambien por las teorías científicas. Se realiza mediante la creación de conflicto cognitivo.
3. Diferenciar e integrar diversos sistemas de conocimiento, asumiendo que se corresponden con distintos niveles de análisis. El alumnado reconstruye sus ideas mediante la reflexión y diferenciación conceptual aplicada a la resolución de problemas.

En definitiva, es necesario que el alumnado construya un conocimiento científico en el que integre las ideas con las que llega a la escuela, que tienen sentido en la vida cotidiana y que asimilen el conocimiento intuitivo en el científico.

Respecto al tema a tratar en esta unidad didáctica “Historia de la Tierra: grandes extinciones y sus causas naturales”, un estudio realizado al alumnado de diferentes centros educativos revela que un alto porcentaje admite conocer las extinciones masivas, los años transcurridos entre estos eventos y las características de

los mismos, pero en la mayoría de los casos se hicieron de forma errónea, observándose por ejemplo la siguiente respuesta:

“Ha habido 5 eventos de extinción como el del Big-Bang y el de la glaciación y cambios en la atmósfera terrestre”

También debido a las respuestas dadas, se observó que el alumnado no termina de asimilar el concepto de tiempo geológico. Solamente un alumno mencionó que actualmente estamos viviendo un evento de extinción preocupante y que el principal causante es el ser humano (Rodríguez, 2019).

Estos problemas han de ser solventados antes de acabar la etapa de 4º de la E.S.O. donde se abordan estos conceptos científicos. Este trabajo está orientado para alumnos de 1º de Bachillerato, por lo que es muy importante asegurarnos de si se han solventado correctamente estos problemas y si no es así, construir el conocimiento científico en el alumnado en base a las ideas que ya tenía para que de esta forma logren superarlas.

2.4.2. PROPUESTAS DE MEJORA DIDÁCTICA.

A la vista de diversos estudios sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, este debe dirigirse a la búsqueda de modelos para facilitar que los estudiantes tiendan a una alfabetización científica y tecnológica multidimensional, donde la adquisición de conceptos se una al desarrollo de diversas capacidades y se relacionen con cuestiones y problemas de índole social. Es necesario hacer más accesible, interesante y significativa la ciencia escolar y, sobre todo, darle relevancia para cada alumno (Díaz et al., 2003).

Por ello, es muy importante presentar las ciencias como un saber objetivo, contextualizado y arraigado en la sociedad. Para que se pueda conseguir, el profesorado de ciencias debe poseer una formación específica organizada en esquemas de conocimiento teórico-prácticos de carácter integrador que deben alimentarse de al menos las siguientes fuentes de contenidos profesionales:

- a. De diversas disciplinas científicas relacionadas con el contenido que va a impartir, analizadas cada una de ellas desde una perspectiva lógica, histórica, sociológica y epistemológica, lo que constituiría la **dimensión científica** del saber profesional.
- b. De las disciplinas que estudian los problemas de la enseñanza-aprendizaje (didáctica), lo que constituiría la **dimensión psicopedagógica**.

- c. De la propia experiencia, como profesores o alumnos, y de la experiencia histórica de los profesores innovadores, lo que constituiría la **dimensión empírica**.
- d. De las didácticas específicas (en este caso la Didáctica de las Ciencias Experimentales) que actuarían como disciplinas integradoras de las tres dimensiones anteriores.

En la actualidad, los complejos sistemas escolares imperantes y la heterogeneidad de las aulas demandan que el profesorado tenga la capacidad de proporcionar una formación tanto disciplinar como didáctica. Ahora, el currículum científico de secundaria debe tener en cuenta la psicología del adolescente para dar respuesta a sus problemas y necesidades sociales; de acuerdo con las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, educando a partir de valores y actitudes que favorezcan la responsabilidad social y el respeto a la igualdad de derechos (Jiménez Aleixandre et al., 2003).

Teniendo en cuenta la demanda de alfabetización científica en la población, la tendencia actual en Didáctica de las Ciencias Experimentales es proporcionar al alumnado enfoques alternativos a la enseñanza tradicional. Dichos enfoques insisten en la necesidad de que los alumnos desempeñen un papel más activo en clase, pese a que para llevarlos a cabo, en general, se necesita más tiempo para desarrollar los contenidos que el requerido en la enseñanza tradicional. La consecuencia inmediata de esta percepción es una necesidad de reducción de los programas de las asignaturas.

Es necesario tener en cuenta que la enseñanza secundaria en España es deficiente en muchos aspectos, haciendo imprescindible una reforma en profundidad de la formación inicial que recibe el profesorado, de forma que contribuyan a eliminar las ideas vigentes sobre la enseñanza y el profesorado, haciéndose necesario inculcar en los profesores la necesidad de una formación continuada que implique una transformación continua. Y es que, la educación requiere buenos profesores, aquellos que además de conocer su disciplina, conozcan los puntos de vista vigentes sobre la enseñanza de las ciencias para, tras un análisis crítico, adaptar aquello que encuentre valioso, corregir lo que sea deficitario y aportar, en un proceso de experimentación continuado, nuevas ideas y puntos de vista (Campanario y Moya, 1999).

3. UNIDAD DIDÁCTICA.

3.1. INTRODUCCIÓN.

Esta unidad didáctica titulada “Historia de la Tierra: grandes extinciones y sus causas naturales” se enmarca dentro de la programación didáctica para la asignatura de Biología y Geología del primer curso de Bachillerato.

Teniendo en cuenta la legislación vigente (Orden 14 de julio de 2016), los contenidos que conforman esta unidad didáctica se recogen en el Bloque 9, titulado “Historia de la Tierra”. Con el trabajo de los diferentes contenidos que forman esta unidad didáctica se contribuye a lograr la finalidad establecida para la materia (Anexo I de la Orden de 14 de julio de 2016): *“proporcionar al alumnado un acercamiento al mundo físico y a la interacción responsable con él, orientado a la conservación y mejora del medio natural decisivo para la protección y mantenimiento de la calidad de vida, al igual que contribuir en el desarrollo del pensamiento crítico”.*

Legislación utilizada

Para realizar esta unidad didáctica se tiene en cuenta la siguiente legislación vigente:

- **Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo**, de Educación. (BOE 04-05-2006)
- **Decreto 301/2009, de 14 de julio**, por el que se regula el calendario y la jornada escolar en los centros docentes, a excepción de los universitarios. Consejería de Educación. (BOE 20/07/2009)
- **Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre**, para la mejora de la calidad educativa. (BOE 10-12-2013)
- **Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre** por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. (BOE 03-01-2015)
- **Orden ECD/65/2015, de 21 de enero** por la que se describen las relaciones entre competencias, contenidos y criterios de evaluación de la Educación Primaria, la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato. (BOE 29-01-2015)
- **Decreto 111/2016, de 14 de junio** por el que se establece la ordenación y el currículo del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Andalucía. (BOJA 28-06-2016)
- **Orden de 14 de julio de 2016**, por la que se desarrolla el currículo correspondiente al Bachillerato en la Comunidad Autónoma de

Andalucía, se regulan determinados aspectos de atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado. (BOJA 29-07-2016)

Datos generales de la unidad didáctica

Centro: I.E.S. “El Valle”. Jaén (Jaén).

Asignatura: Biología y Geología.

Nivel educativo: 1º de Bachillerato

Horario: se impartirán 4 horas de clase a la semana.

Temporalización: 8 sesiones durante el primer trimestre.

Perfil de los alumnos: el grupo lo componen 20 alumnos, entre los que se encuentra una chica que se ha incorporado de forma tardía, a la que se le ha realizado una adaptación curricular no significativa.

3.2. JUSTIFICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN.

3.2.1. FUNDAMENTACIÓN.

El desarrollo de la unidad didáctica “Historia de la Tierra: grandes extinciones y sus causas naturales” se fundamenta en los contenidos del Bloque 9: *Historia de la Tierra* de la asignatura de Biología y Geología del primer curso de Bachillerato, establecido en el currículum para esta etapa que encontramos en la Orden de 14 de julio de 2016. La signatura de Biología y Geología permitirá que los alumnos consoliden los conocimientos y destrezas que les permitan ser ciudadanos respetuosos consigo mismos, con los demás y con el medio, responsables, capaces de tener criterios propios y de mantener el interés por aprender y descubrir.

Además, considerando las noticias de los medios de comunicación sobre la gran oleada de extinciones de especies que se da hoy día y el riesgo al que están sometidas muchas otras, cuya principal causa es el cambio del clima provocado por el ser humano, hace necesario el conocimiento de las extinciones que han ocurrido en el pasado y el análisis de las ocurridas en el presente, para que de esta forma los alumnos puedan desarrollar una opinión propia acerca de este tema y actuar en consecuencia mediante el acercamiento al mundo natural. En consecuencia se contribuirá en su alfabetización científica.

Por ello, de acuerdo con la legislación vigente, se va a llevar a cabo el diseño de la unidad didáctica “Historia de la Tierra: grandes extinciones y sus causas naturales”.

3.2.2. CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO.

La presente unidad didáctica está contextualizada en el I.E.S. “El Valle”. Se encuentra situado en la Carretera de Madrid, en la provincia de Jaén y cuenta con más de 30000 m² de superficie. Es un instituto de Educación Secundaria, público, TIC, Digital y Bilingüe. El centro está formado por 61 profesores, 38 profesoras, 266 alumnas, 673 alumnos, 3 ordenanzas, 2 administrativos, 6 limpiadoras y un oficial de primera.

Para el primer y segundo ciclo de la E.S.O. cuenta con un aula específica de audición y lenguaje, programas de mejora del aprendizaje y rendimiento y formación profesional básica de cocina y fabricación y montaje de vehículos. Con respecto al Bachillerato, cuenta con las modalidades de Humanidades y Ciencias Sociales, Ciencias (Itinerario de Ciencias de la Salud e Ingeniería) y Artes (Itinerario de Artes Plásticas y Diseño). Además cuenta con una diversa oferta educativa de formación profesional inicial tanto de grado medio como superior.

El centro consta de un edificio central dividido en tres plantas, en las cuales se distribuyen las aulas para Educación Secundaria, tres laboratorios, dos aulas de informática, el taller de tecnología y la secretaría del centro. Además, posee tres módulos donde se sitúan las aulas de formación profesional y un gimnasio cubierto con acceso a una pista de fútbol y baloncesto.

En la planta baja del edificio central, encontramos el Laboratorio de Biología y Geología, en él se cuenta con diez mesas de trabajo en grupos medianos las cuales no se pueden mover, e imposibilitarían el desarrollo de actividades de tipo individual. Es por ello que las distintas sesiones se van a desarrollar en un aula que consta de 25 mesas individuales que permiten su movilidad para hacer más cómodos los diferentes tipos de agrupamientos llevados a cabo durante las sesiones. Cabe destacar que el aula posee un ambiente acogedor, ya que las paredes se encuentran revestidas por diversos pósteres y trabajos realizados por el alumnado.

Por último, decir que el centro cuenta con un repositorio de ordenadores portátiles y permite el acceso a los mismos bajo solicitud previa sin desplazarse del aula de clase. Además, el departamento de Biología y Geología posee una amplia colección de fósiles, rocas e insectos, así como diversas maquetas (cuerpo humano, estructura interna de la Tierra, la célula, etc.). Añadir que para hacer posible la realización de una mayor variedad de prácticas de laboratorio también tienen 6 microscopios y 10 lupas, así como materiales diversos.

3.2.3. CARACTERÍSTICAS DEL ALUMNADO.

Esta unidad didáctica está propuesta para llevarse a cabo en el primer curso de Bachillerato del I.E.S. "El Valle". El grupo está compuesto por 12 chicas y 8 chicos de entre 16 y 17 años de edad, procedentes de Jaén, La Guardia y Pegalajar, todos diferentes en lo referente a ritmo de aprendizaje, capacidades, intereses y necesidades.

En el grupo se encuentra escolarizada una alumna que llegó un mes más tarde, y además, durante el curso escolar se ausentó otro mes. A esta alumna se le ha realizado una adaptación curricular no significativa que puede verse en el apartado 3.6.7.

Respecto al nivel socio-económico del alumnado, se puede decir que, en su mayoría, proceden de familias cuyas profesiones se enmarcan dentro del sector servicios y de clase media-baja.

3.3. OBJETIVOS.

Hay tres tipos de objetivos con los cuales se pretende que el alumnado adquiera diferentes capacidades, hábitos, actitudes y valores: de etapa, de área de conocimiento (materia) y los específicos de la unidad didáctica a desarrollar.

3.3.1. OBJETIVOS DE ETAPA.

Conforme a lo dispuesto en el Artículo 25 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, el Bachillerato contribuirá a desarrollar en los alumnos las capacidades que les permitan:

- 1. Consolidar una madurez personal y social para actuar de forma responsable y autónoma y desarrollar su espíritu crítico. Prever y resolver pacíficamente los conflictos personales, familiares y sociales.*
- 2. Afianzar los hábitos de lectura, estudio y disciplina, como condiciones necesarias para el eficaz aprovechamiento del aprendizaje, y como medio de desarrollo personal, para así lograr dominar la expresión oral y escrita tanto de la lengua castellana como de una o más lenguas extranjeras.*
- 3. Fomentar la igualdad de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, analizar y valorar críticamente las desigualdades y discriminaciones existentes e impulsar la igualdad real y la no discriminación de las personas por cualquier condición o circunstancia personal o social, con atención especial a las personas con discapacidad.*

4. *Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación para así valorar críticamente la realidad del mundo contemporáneo, sus antecedentes históricos y los principales factores de su evolución. Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar sus habilidades básicas.*
5. *Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de investigación y los métodos científicos. Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente.*
6. *Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico.*
7. *Desarrollar la sensibilidad artística y literaria, como fuentes de información y enriquecimiento cultural.*
8. *Utilizar la educación física y el deporte para favorecer el desarrollo personal y social.*

3.3.2. OBJETIVOS DE ÁREA DE CONOCIMIENTO.

Los objetivos del área de conocimiento (en este caso Biología y Geología) se recogen en el Anexo I de la Orden de 14 de julio de 2016, de los cuales en esta unidad didáctica se van a trabajar los siguientes:

- a) *Fomentar la igualdad efectiva de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, analizar y valorar críticamente las desigualdades y discriminaciones existentes a lo largo de la historia de la Biología.*
- b) *Afianzar los hábitos de lectura, estudio y disciplina, proponiendo al alumnado la lectura de textos o artículos científicos sencillos que complementen la información obtenida en el aula para avanzar en el conocimiento científico personal.*
- c) *Dominar, tanto en su expresión oral como escrita, la lengua castellana, valorando cada exposición o ejercicio que realice el alumno.*
- d) *Expresarse con fluidez y corrección en una o más lenguas extranjeras, cada vez que un término científico lo requiera, tanto de forma hablada como en los ejercicios escritos.*
- e) *Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación, necesarias, no solo para la búsqueda en Internet de*

la información que necesitemos, sino para la elaboración de presentaciones, trabajos y exposiciones propuestos en la asignatura.

- f) Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la Biología, inherentes al propio desarrollo de la materia.*
- g) Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente, también incluido en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la propia asignatura.*
- h) Profundizar en el conocimiento y el aprecio de los elementos específicos de la cultura andaluza, para que sea valorada y respetada como patrimonio propio y en el marco de la cultura española y universal.*

3.3.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA.

A lo largo de esta unidad didáctica titulada “Historia de la Tierra: grandes extinciones y sus causas naturales” se pretende que el alumnado alcance los siguientes objetivos:

1. Conocer y valorar la importancia del Registro Geológico para el estudio del origen e historia de la Tierra.
2. Explicar el concepto de estratigrafía así como destacar su importancia.
3. Reconocer el registro fósil y destacar su importancia para la realización de dataciones relativas.
4. Conectar el registro fósil con la historia y evolución de los seres vivos.
5. Apreciar la importancia del registro fósil para el establecimiento de las divisiones del tiempo geológico.
6. Comprender los diferentes tipos de extinciones y la importancia de las mismas en la historia de la vida en la Tierra.
7. Relacionar las extinciones masivas con sus causas.
8. Localizar información acerca de los principales cambios acontecidos en la paleogeografía de la Tierra.

3.4. COMPETENCIAS CLAVE.

Siguiendo Artículo 6 de la Ley Orgánica de Educación 2/2006 (LOE), modificada por la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa 8/2013 (LOMCE), se pueden definir las competencias clave (establecidas por la LOMCE) como “*capacidades para*

aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza para solucionar un problema” (p. 18). Deben, por tanto, estar estrechamente relacionadas con los objetivos para contribuir al desarrollo del alumnado.

De acuerdo con la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, se puede afirmar que el aprendizaje por competencias promueve la motivación y facilita el aprendizaje del alumnado.

Las competencias establecidas en el actual sistema educativo (regulado por la LOE con las modificaciones de la LOMCE) son siete y se denominan competencias clave. Para contribuir en su adquisición con la unidad didáctica “Historia de la Tierra: grandes extinciones y sus causas naturales”, se abarcarán de la siguiente forma:

CCL

Competencia en Comunicación lingüística: se desarrollará mediante las intervenciones orales de cada alumno, los trabajos en grupo, debates, diálogos y exposiciones, así como a través de la escucha activa del resto de compañeros y del profesor. También se verá fomentado su desarrollo realizando búsquedas de información, lecturas y comprensiones de textos.

CMCT

Competencia matemática y competencia básica en ciencias y tecnología: se fomentará su desarrollo mediante la comprensión y uso de términos científicos y la interpretación de cortes geológicos y mapas topográficos sencillos así como del registro fósil.

CD

Competencia digital: esta competencia se desarrollará mediante el uso por parte del alumnado de ordenadores para la búsqueda de información, la presentación de actividades y el uso de diversos recursos TIC durante el proceso de enseñanza.

CAA

Aprender a aprender: esta competencia se fomentará en los alumnos por medio de la búsqueda y tratamiento de información, la explicación de conceptos entre iguales durante las actividades en grupo y la realización de trabajos de investigación.

CSC

Competencias sociales y cívicas: los alumnos desarrollarán esta competencia especialmente el día de la visita al geoparque, además todas las sesiones de la unidad didáctica les ayudará a adquirirla fomentando el desarrollo de sus ideales, el intercambio de opiniones y el respeto hacia sí mismos y hacia los demás.

SIEP

Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor: al fomentar la participación del alumnado, animándoles a expresarse e intercambiar

ideas con el resto de compañeros se contribuirá al desarrollo de esta competencia.



Conciencia y expresiones culturales: se contribuirá al desarrollo de esta competencia a través del acercamiento al entorno natural (visita al Parque Geológico de Granada) y con el estudio de la evolución de diversas teorías sobre la historia de la vida en la Tierra.

En la Tabla 2 se muestra la relación entre los objetivos específicos de esta unidad didáctica (objetivos UDI), los objetivos de etapa (OE), los objetivos de área de conocimiento (OA) y las competencias clave (CC).

Objetivos UDI	OE	OA	CC
1. Conocer y valorar la importancia del Registro Geológico para el estudio del origen e historia de la Tierra.	1, 2, 3, 5, 7, 8	a, b, c, d, f, h	CCL CD CSC CEC
2. Explicar el concepto de estratigrafía así como destacar su importancia.	1, 2, 5, 7, 8	C, d, f, h	CCL CMCT CD CAA SIEP CSC CEC
3. Reconocer el registro fósil y destacar su importancia para la realización de dataciones relativas.	1, 2, 3, 5, 7, 8	a, b, c, f, h	CCL CSC SIEP CEC
4. Conectar el registro fósil con la historia y evolución de los seres vivos.	1, 2, 3, 5, 7, 8	a, c, d, f, h	CCL CAA CSC CEC
5. Apreciar la importancia del registro fósil para el establecimiento de las divisiones del tiempo geológico.	1, 2, 5, 7, 8	a, b, c, d, f, g, h	CCL CAA CSC CEC
6. Comprender los diferentes tipos de extinciones y la importancia de las mismas en la historia de la vida en la	1, 2, 6, 7, 8	b, c, d, e, f, g, h	CCL CAA CSC SIEP CEC

Tierra.			
7. Relacionar las extinciones masivas con sus causas.	1, 2, 4, 5, 6	b, c, d, e, f, g	
8. Localizar información acerca de los principales cambios acontecidos en la paleogeografía de la Tierra.	1, 2, 4, 5, 6	b, c, d, e, f	

Tabla 2. Relación entre objetivos UDI, OE, OA y CC.

3.5. CONTENIDOS.

Como establece el Real Decreto 1105/2014 (p. 172), los contenidos se definen como *“conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que contribuyen al logro de los objetivos de cada enseñanza y etapa educativa, así como a la adquisición de competencias”*. Los contenidos se ordenan en asignaturas, que se clasifican en materias y ámbitos, en función de las etapas educativas o programas que participe el alumnado. En este caso corresponderán a la asignatura de Biología y Geología, de Bachillerato correspondiente al itinerario de Ciencias de la Salud.

3.5.1. CONTENIDOS DE LA MATERIA.

De acuerdo a lo establecido en la Orden de 14 de julio de 2016, los contenidos del primer curso de Bachillerato se recogen en los siguientes bloques:

- Bloque 1. Los seres vivos: composición y función.
- Bloque 2. La organización celular.
- Bloque 3. Histología.
- Bloque 4. La biodiversidad.
- Bloque 5. Las plantas: sus funciones, y adaptaciones al medio.
- Bloque 6. Los animales: sus funciones, y adaptaciones al medio.
- Bloque 7. Estructura y composición de la Tierra.
- Bloque 8. Los procesos geológicos y petrogenéticos.
- Bloque 9. Historia de la Tierra.

Los contenidos de esta unidad didáctica se encuentran en el Bloque 9: *“Historia de la Tierra”* y son los siguientes:

- Principios fundamentales de estratigrafía
- Grandes divisiones geológicas
- Principales acontecimientos en la historia geológica de la Tierra
- Extinciones masivas y sus causas naturales

3.5.2. CONTENIDOS TRANSVERSALES.

Teniendo en cuenta lo establecido en el Artículo 6 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, en el Artículo 6 del Decreto 111/2016, de 14 de junio y en el Artículo 3 de la Orden de 14 de junio de 2016, el currículo correspondiente a Bachillerato incluirá elementos transversales entre diferentes ámbitos. En esta unidad didáctica se trabajarán los siguientes:

- Comprensión lectora, expresión oral y comunicación audiovisual.
- Uso correcto de las Tecnologías de la información y la comunicación.
- Impulso del espíritu emprendedor y el sentido crítico.
- Fomento de la igualdad entre hombres y mujeres y de personas con discapacidad, así como los valores de igualdad de trato y no discriminación por cualquier condición o circunstancia personal o social.
- Desarrollo de la creatividad, la autonomía, la iniciativa, el trabajo en equipo y la confianza en uno mismo.
- Resolución pacífica de conflictos en todos los ámbitos de la vida.
- Elementos relacionados con el medio ambiente y el desarrollo sostenible.
- Fomento de la actividad física.

3.5.3. CONTENIDOS DE PLANES Y PROYECTOS.

El I.E.S. “El Valle” está llevando a cabo un proyecto titulado “Coeducación” que pretende dar a conocer el papel de la mujer en la ciencia a lo largo de la historia. Esta unidad didáctica va a contribuir en dicho proyecto durante la sesión 1, presentando al alumnado a la paleontóloga Mary Anning.

Otro de los proyectos se titula “Vivir y sentir el patrimonio”, con el que se pretende dar a conocer a los alumnos su entorno más cercano. En esta unidad didáctica vamos a contribuir a la consecución del mismo durante la sesión 4, realizando una visita al Parque Geológico de Granada.

3.6. METODOLOGÍA.

Teniendo en cuenta lo establecido en el Artículo 4 del Decreto 111/2016 (p. 30) se define metodología como *“conjunto de estrategias, procedimientos y acciones organizadas y planificadas por el profesorado, de manera consciente y reflexiva, para posibilitar el aprendizaje del alumnado y el logro de los objetivos planteados”*. La metodología por tanto ha de proporcionar la respuesta al ¿cómo enseñar?

3.6.1. PRINCIPIOS METODOLÓGICOS.

Para elaborar esta unidad didáctica, se han tenido en cuenta las recomendaciones dadas en el Artículo 7 del Decreto 111/2016 y en el Artículo 4 de la Orden del 14 de julio de 2016, siendo estos los siguientes:

- El profesor actuará de orientador, promoviendo y facilitando el desarrollo del alumnado.
- La enseñanza será ajustada al nivel inicial del alumnado para así tener en cuenta la atención a la diversidad y a los diversos ritmos en el proceso de aprendizaje.
- El entorno de trabajo estará caracterizado por un buen clima de confianza y respeto.
- La metodología se orientará a estimular la superación individual y grupal para estimular de esta forma el desarrollo del potencial del alumnado y el proceso de aprendizaje tanto individual como grupal, para lograr establecer hábitos de colaboración y trabajo en equipo.
- Estimular el interés y hábito de lectura, la práctica de la expresión tanto oral como escrita mediante el trabajo de textos científicos. Además se estimulará de esta forma el desarrollo del pensamiento crítico y se favorecerá el descubrimiento, la investigación y el espíritu emprendedor.
- Se llevarán a cabo metodologías activas que fomentarán el enfoque interdisciplinar del aprendizaje por competencias, con la realización por parte del alumnado de trabajos de investigación.
- Se aplicarán las tecnologías de la información y la comunicación como herramientas para el aprendizaje.

3.6.2. ORGANIZACIÓN DEL TIEMPO.

De acuerdo al Artículo 15 de la Orden 14 de julio 2016, el horario lectivo semanal de cada uno de los cursos de Bachillerato se organiza en treinta sesiones. Los centros docentes configurarán este horario para las diferentes materias que

conforman el Bachillerato en función de las necesidades de aprendizaje de su alumnado, respetando lo dispuesto en el Artículo 14 del Decreto 110/2016, de 14 de junio, y el cómputo total de sesiones lectivas semanales. Siguiendo el Anexo IV de este mismo Decreto, a la asignatura de Biología y Geología del primer curso de Bachillerato le corresponden cuatro horas semanales.

La unidad didáctica “Historia de la Tierra: grandes extinciones y sus causas naturales” contará con un total de ocho sesiones lectivas, de sesenta minutos de duración cada una, de acuerdo con el Artículo 16 del Decreto 301/2009. Se desarrollará en el primer trimestre del curso, en concreto durante las dos últimas semanas del mes de octubre.

Las sesiones que conforman la unidad didáctica se impartirán los lunes, martes, jueves y viernes en el siguiente horario:

- Lunes: 12:00-13:00
- Martes: 9:30-10:30
- Jueves: 14:00-15:00
- Viernes: 9:30-10:30

La distribución temporal de las actividades realizadas en cada una de las sesiones se especifica en el apartado 3.6.5.

3.6.3. ORGANIZACIÓN DEL ESPACIO.

Las distintas sesiones, a excepción de la 4, en la que se realizará una salida al Parque Geológico de Granada, por la ruta de Guadix, se llevarán a cabo en el aula asignada al grupo correspondiente.

El aula asignada para el grupo de primero de Bachillerato cuenta con mesas individuales, pero la amplitud del aula permite la movilidad de las mismas pudiendo así realizar trabajos tanto individuales, como en parejas o grupos medianos sin cambiar de aula. Solo cuenta con un ordenador en la mesa del profesor, pero el centro tiene un repositorio de ordenadores portátiles y cuando la sesión requiera el uso de los mismos, el profesor será el encargado de solicitarlos, llevarlos al aula y devolverlos a su finalización.

3.6.4. AGRUPAMIENTOS.

Durante el desarrollo de las actividades que conforman la unidad didáctica los alumnos se organizarán de forma individual, en parejas, grupos medianos o toda la clase colectivamente en las siguientes ocasiones:

- ♦ Individual: lectura y comprensión de textos, realización del test de detección de ideas previas, cuestionario visita al geoparque y prueba final.
- ♦ Parejas: cuestionario del vídeo de la sesión 1.
- ♦ Grupos medianos (de 4 alumnos): estos agrupamientos serán realizados por el profesor durante las primeras semanas de clase y en esta unidad didáctica se usarán para la realización y exposición de trabajos de investigación, actividad de comparar y contrastar las diferentes extinciones y la actividad sobre el principio de superposición de los estratos.
- ♦ Grupo-clase: para las explicaciones del profesor, debates, análisis de ideas previas, resolución de dudas, visualizado de vídeos, exposición de trabajos, construcción de la línea del tiempo y salida al Parque Geológico de Granada.

3.6.5. DESCRIPCIÓN Y SECUENCIACIÓN DE LAS SESIONES.

A continuación se describe cada una de las sesiones que se van a realizar para trabajar la unidad didáctica. Se explica cada actividad realizada en la sesión y además se proporciona una tabla resumen con la actividad a realizar y la temporalización y materiales usados para llevarla a cabo.

SESIÓN 1.

Sesión 1		
Actividad	Temporalización	Recursos
Presentación de la unidad didáctica.	15 minutos	Ordenador, pizarra digital, proyector, recursos multimedia y libro de texto.
Lectura y cometario ficha técnica.	15 minutos	Fotocopias proporcionadas por el profesor.
Encuesta para detectar ideas previas.	15 minutos	Pizarra digital, proyector, ordenador y plantillas de los alumnos.
Visualizado del video “¿Fueron 5 las extinciones masivas en la Tierra?”	15 minutos	Ordenador, pizarra digital, proyector y recursos multimedia.

Tabla 3. Resumen de la sesión 1.

Presentación de la unidad didáctica: el profesor indicará el nombre de la unidad didáctica que se va a trabajar, así como los contenidos que abarca la misma y los objetivos que se pretenden conseguir al trabajarlos. Además, indicará todo lo que se va a evaluar durante el desarrollo de las distintas sesiones y de qué forma se va a llevar a cabo esta evaluación (apartado 3.7.).

Lectura y comentario de la ficha técnica: se procederá a la lectura de la ficha técnica encontrada en el ANEXO I, que proporcionará impresa el profesor y debe incluirse en el portfolio. Posteriormente, será comentada por los alumnos, pero el profesor actuará de coordinador y lanzará algunas preguntas para impulsar así el diálogo, algunas de estas serán:

- ¿Qué mujeres científicas conocéis? ¿por qué han sido importantes?
- ¿Qué son los fósiles?
- ¿Cuál es la importancia del registro fósil?
- ¿Dónde pueden encontrarse fósiles?
- ¿Qué os sugiere la palabra extinción?
- ¿Podéis nombrar diferentes tipos de extinciones?

Encuesta para detectar las ideas previas: para que el alumnado pueda llevar a cabo un aprendizaje significativo, es importante que el profesor sepa los conocimientos que poseen sobre los contenidos a ver, y así poder adaptar las sesiones a lo requerido. Para ello, además de las preguntas lanzadas en la actividad previa, se realizará un cuestionario (ANEXO II) que permitirá saber tanto los conocimientos sobre el tema de cada alumno como de la totalidad del grupo. Se realizará mediante la aplicación plickers, cada alumno tendrá una tarjeta personal que colocará de acuerdo a la respuesta que considere correcta, y el profesor lo capturará con la cámara de un dispositivo electrónico. Una vez terminada la encuesta el profesor hará un repaso de las preguntas de las que consta la encuesta mostrando el porcentaje ciego de respuesta de cada opción y debatirán la veracidad de cada respuesta dada.

Visualizado del video “¿Fueron 5 las extinciones masivas en la Tierra?: se verá el video titulado “¿Fueron 5 las extinciones masivas en la Tierra?” (<https://www.youtube.com/watch?v=snjTDlbQn10&t=46s>). Tras ver el video se comentará con el alumnado y con el fin de conocer el grado de comprensión del mismo también tendrán que responder en parejas a las siguientes cuestiones:

- ¿Cómo es posible que se conozca la forma en la que se han extinguido algunos organismos vivos?

- ¿Cómo se sabe que han ocurrido extinciones masivas a lo largo de la historia de la vida en la Tierra?
- ¿Cuáles fueron las causas generales de las extinciones masivas?
- ¿Cuál fue la peor extinción masiva?

SESIÓN 2.

Sesión 2		
Actividad	Temporalización	Recursos
Clase magistral	15 minutos	Ordenador, pizarra digital, proyector, recursos multimedia, libro de texto, diapositivas y pizarra blanca.
Actividad “principio de superposición de los estratos”.	15 minutos	Fotocopias proporcionadas por el profesor, folios, pizarra blanca y lápices de colores.
Clase magistral.	10 minutos	Ordenador, pizarra digital, recursos multimedia, proyector, libro de texto y diapositivas.
Construye una línea del tiempo geológico.	20 minutos	Ordenador, pizarra, fotocopias proporcionadas por el profesor, libro de texto y proyector.

Tabla 4. Resumen de la sesión 2.

Clase magistral: el profesor usando el proyector y el libro de texto explicará a los alumnos el principio de superposición de los estratos y la forma en la que se estableció, así como las diferencias entre la datación relativa y la absoluta. Una vez finalizada lanzará preguntas a los alumnos para elaborar entre todos un esquema en la pizarra que les sirva como base para realizar la actividad posterior. Estas serán:

- ¿Quién anunció el “Principio de superposición de los estratos”?
- ¿En qué se basó para hacerlo?
- ¿Cuáles son los principios sobre los que se asienta la estratigrafía?
- ¿En qué consiste la datación relativa? ¿Y la datación absoluta?
- ¿Qué papel tiene el registro fósil en las dataciones?

Actividad “principio de superposición de los estratos”: el alumnado se reunirá en grupos medianos, y el profesor repartirá a cada alumno una ficha (ANEXO III) con la

actividad que deben realizar. El profesor actuará como moderador resolviendo las dudas que vayan surgiendo y guiando a los alumnos para que logren finalizar la actividad correctamente y usará la técnica conocida como “lápices al centro” para finalizar la actividad cuando el tiempo acabe. En los últimos minutos se comentará la solución correcta de la actividad y las posibles dudas que surjan durante su realización.

Clase magistral: brevemente, el profesor usando el proyector y el libro de texto explicará a los alumnos la forma en que se estableció la escala de tiempo geológico y la evolución de la misma a medida que avanzaba la ciencia.

Construye una línea del tiempo geológico: se indica al grupo que un extremo de la pizarra representa los 4600 millones de años desde que se formó la Tierra y que el opuesto representa el día presente. Les proporcionamos una serie de imágenes de acontecimientos que marcan el límite entre períodos, unos carteles con fechas y otros con los nombres de cada período. Entre toda clase, pudiendo ayudarse del libro de texto, colocan las imágenes en orden y le asignan a cada una el nombre del período correspondiente. Cuando quedan 5 minutos para que acabe la clase el profesor muestra la línea del tiempo ordenada correctamente (ANEXO IV) y comenta las respuestas dadas con el alumnado.

SESIÓN 3.

Sesión 3		
Actividad	Temporalización	Recursos
Visualizado del video “La deriva continental y la Tectónica de placas Bio[ESO]sfera-Geología”.	20 minutos	Ordenador, pizarra digital, proyector y recursos multimedia.
Organización e inicio del trabajo de investigación.	40 minutos	Ordenadores, recursos multimedia y guion del trabajo de investigación.

Tabla 5. Resumen de la sesión 3.

Visualizado del video “La deriva continental y la Tectónica de placas - Bio[ESO]sfera – Geología”: para contextualizar el trabajo de investigación los alumnos verán el video titulado “La deriva continental y la Tectónica de placas - Bio[ESO]sfera – Geología” (<https://www.youtube.com/watch?v=QapRfLmk8tE>). Trata de la deriva continental y la tectónica de placas, cuyos objetivos ya habían adquirido en bloques

previos, por lo que será un repaso, pero servirá como base para despertar la inquietud en los alumnos acerca de cómo ha cambiado la paleogeografía terrestre.

Organización e inicio del trabajo de investigación: los alumnos, en grupos medianos, deben investigar sobre los cambios que han ocurrido en la paleogeografía de la Tierra. Los temas a investigar serán los siguientes:

- Paleogeografía del Ordovícico
- Paleogeografía del Pérmico
- Paleogeografía del Devónico
- Paleogeografía del Triásico
- Paleogeografía del Cretácico

Para realizar el trabajo, que se evaluará conforme a lo indicado en la Tabla 16, deberán dar respuesta a lo siguiente:

- ¿Cómo estaban distribuidas las placas tectónicas a inicios del período?
- ¿Qué desplazamientos sufrieron las placas tectónicas durante el período?
- ¿Qué continentes encontrábamos en dicho período?
- ¿El cambio en la distribución de las placas tectónicas produjo alguna orogenia? Si es así, indica el nombre, por qué se ocasionó y qué podemos ver hoy día de ella.
- ¿Influyó el cambio en la distribución de las placas en el clima?
- Establece las diferencias entre la distribución de las placas de esa época y la distribución actual.

Para la realización del trabajo se les sugiere una serie de webs y además podrán añadir otras que consideren oportunas. Los enlaces recomendados son los siguientes:

- <http://www.redhistoria.com>
- <https://revistes.ub.edu/index.php/ActaGeologica/article/view/4101/4918>
- <http://www.mundoprehistórico.com>
- <http://museodegeologia.uniovi.es/jardin-geologico>
- <https://www.ecured.cu/>
- <https://www.lifeder.com/>
- <https://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/22/53/06villas.pdf>

SESIÓN 4.

Sesión 4		
Actividad	Temporalización	Recursos
Visita Parque Geológico de Granada.	10 horas	Cuestionario individual sobre la visita.

Tabla 6. Resumen de la sesión 4.

Visita al Parque Geológico de Granada: se saldrá de Jaén a las 7:30 am y se regresará aproximadamente a las 17:30 pm. Realizaremos un descanso en torno a las 11:30 h para desayunar y otro sobre las 14:00 h, un poco más largo para almorzar (el alumnado debe llevar su comida y bebida). Serán acompañados por dos profesores (el profesor de Biología y Geología y el profesor de Educación Física). Durante la visita, un guía del geoparque junto con el profesor de Biología y Geología mostrarán las estructuras geológicas de interés que encuentren a lo largo del recorrido. Mientras tanto, deben tomar fotos para poner en el cuestionario que han realizar. Posteriormente, cada alumno debe rellenar un cuestionario sobre diversos aspectos relacionados con la visita y entregarlo por la plataforma virtual en un plazo máximo de tres días. El cuestionario será el siguiente y se valorará de acuerdo a la rúbrica dada en la Tabla 14:

Responde a las siguientes cuestiones. Recuerda: lo importante haber podido aprender y pasarlo bien durante la excursión. ¡Ánimo, todo valora positivamente!

1. Comenta al menos tres estructuras restos fósiles observados que te hayan llamado la atención: ¿A qué período pertenecen? ¿A qué animal correspondían? ¿Qué relevancia geológica tienen? Si es posible, inserta una imagen de cada una (no es necesario que la hayas tomado tú, puedes buscar una similar en internet).
2. Identifica al menos tres estructuras geológicas en una porción que elijas del mapa topográfico del Parque Geológico de Granada. Debes insertar el mapa e indicar la zona a la que asignas cada estructura.

La visita al geoparque es una actividad de carácter no obligatorio pero es evaluable. Por tanto, el alumnado que no asista a la salida debe ir a clase, y durante la hora correspondiente a la asignatura de Biología y Geología ha de realizar la siguiente actividad de investigación:

Responde a las siguientes cuestiones. Tienes un plazo de 5 días para realizar la entrega. ¡Recuerda! Para cualquier duda puedes consultarme por correo o quedar conmigo un día lectivo dentro del plazo de entrega (los criterios de evaluación se recogen en la rúbrica de la Tabla 14).

1. Busca la imagen al menos tres restos fósiles y responde a las siguientes cuestiones: ¿A qué período pertenecen? ¿A qué animal correspondían? ¿Qué relevancia geológica tienen?
2. Identifica al menos tres estructuras geológicas en una porción que elijas del mapa topográfico del Parque Geológico de Granada. Debes insertar el mapa e indicar la zona a la que asignas cada estructura.

SESIÓN 5.

Sesión 5		
Actividad	Temporalización	Recursos
Clase magistral.	15 minutos	Ordenador, pizarra digital, proyector, recursos multimedia y libro de texto.
Compara y contrasta.	25 minutos	Plantilla compara y contrasta, artículos de revisión y libro de texto.
Exposición de la actividad.	20 minutos	Plantilla compara y contrasta, pizarra blanca.

Tabla 7. Resumen de la sesión 5.

Clase magistral: el profesor con apoyo del proyector y el libro de texto hará una pequeña introducción explicando qué son las extinciones, qué tipos hay y cuáles son sus causas e indica que a lo largo de la historia de la vida en la Tierra han ocurrido 5 extinciones en masa más relevantes.

Compara y contrasta: el profesor ordena que se formen grupos medianos y explica la actividad que van a realizar: compara y contrasta las diferentes extinciones masivas. Para ello, se les proporcionará artículos de revisión de cada una de las extinciones en masa así como la plantilla para realizar la actividad que podemos encontrar en el ANEXO VI. El líder del grupo saca dos papeles con el nombre de las

extinciones que debe comparar y contrastar su grupo. Dos grupos no podrán comparar las mismas extinciones, y tampoco puede haber ninguna extinción que no se trabaje.

Exposición de la actividad: una persona de cada grupo asignada al azar por el profesor explicará al resto de grupos el trabajo realizado. Además, el profesor recogerá la plantilla de cada grupo para así corregirla y evaluarla. La rúbrica de evaluación de dicha actividad puede verse en la Tabla 15.

SESIÓN 6.

Sesión 6		
Actividad	Temporalización	Recursos
Exposición trabajo de investigación.	15 minutos	Ordenador, proyector y recursos multimedia.
Visualizado del vídeo “Sexta extinción masiva, resultado de la actividad humana”.	10 minutos	Ordenador, pizarra digital, proyector y recursos multimedia.
Debate acerca de noticias de actualidad sobre la sexta extinción en masa.	35 minutos	Noticias de actualidad, pizarra blanca, proyector, libro de texto y recursos multimedia.

Tabla 8. Resumen de la sesión 6.

Exposición del trabajo de investigación: dos grupos de clase expondrán al resto de sus compañeros en un tiempo inferior a 5 minutos las diapositivas realizadas sobre su investigación su investigación de la variación en la paleogeografía terrestre a lo largo de la historia de la vida en la Tierra.

Visualizado del vídeo “Sexta extinción masiva, resultado de la actividad humana”: en este video (<https://www.youtube.com/watch?v=wRj6UnlqTrY>) se muestra una noticia de un canal de gran audiencia, para que así el alumnado sea capaz de contextualizar el tema visto en clase.

Debate acerca de noticias de actualidad sobre la sexta extinción en masa: el profesor proporcionará a cada grupo mediano de alumnos una noticia de actualidad sobre la sexta extinción masiva, lo leerán y comentarán durante 10 minutos. Mientras, el profesor anotará en la pizarra datos de estudios científicos sobre la sexta gran extinción (porcentaje de extinción, causa, características de los organismos que se están extinguiendo). Las noticias proporcionadas son las siguientes:

- https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/actualidad/tierra-esta-las-puertas-sexta-extincion-masiva-vertebrados_11723
- <https://www.cambio16.com/nos-enfrentamos-a-la-sexta-extincion-masiva-de-seres-vivos/>
- <https://www.moncloa.com/extincion-en-masa/>
- <https://www.businessinsider.es/estamos-medio-gran-sexta-extincion-ciencia-406849>
- <https://blogs.20minutos.es/ciencia-para-llevar-csic/2020/01/02/nos-encaminamos-hacia-la-sexta-extincion/>

Una vez leídas las noticias, cada grupo compartirá con sus compañeros la información más relevante de la noticia que se les ha asignado y debatirán sobre la veracidad de esta información. El profesor actuará como moderador y lanzará algunas preguntas para que así establezcan diferencias y similitudes entre las extinciones masivas y el proceso de extinción que estamos viviendo. Algunos ejemplos son los siguientes:

- ¿El porcentaje de extinción que se da hoy día corresponde al que se ha consensuado para las extinciones en masa?
- En el caso de que se trate de una extinción en masa, ¿a qué tipo de extinción en masa puede corresponder?
- ¿Qué características poseen las especies que se están extinguiendo? ¿Corresponden a las características de las especies extintas durante las extinciones en masa?

SESIÓN 7.

Sesión 7		
Actividad	Temporalización	Recursos
Exposición trabajo de investigación.	10 minutos	Ordenador, proyector y recursos multimedia.
Scape room.	35 minutos	Fotocopia de cada prueba, libro de texto y apuntes de clase.
Resolución de dudas.	15 minutos	Ordenador, proyector, libro de texto, pizarra blanca y recursos multimedia.

Tabla 9. Resumen de la sesión 7.

Exposición del trabajo de investigación: dos grupos de clase expondrán al resto de sus compañeros en un tiempo inferior a 5 minutos las diapositivas realizadas sobre su investigación su investigación de la variación en la paleogeografía terrestre a lo largo de la historia de la vida en la Tierra.

Scape room: en grupos medianos asignados realizarán una actividad para la cual será necesario colocar las mesas en cinco filas, en cada fila se realizará una prueba tipo examen, que podrán resolver con ayuda de cualquier material que tengan a su disposición (apuntes de clase, libro de texto, actividades de otros días...). El grupo que primero consiga superar las 5 actividades de forma correcta ganará 0,5 puntos extra en el examen. Las actividades que conforman dicha actividad pueden verse en el ANEXO VII.

Resolución de dudas: los alumnos expondrán al profesor las dudas que tienen sobre la unidad didáctica y este las irá resolviendo. En el caso de que no se las planteen, el profesor hará un resumen de los puntos clave que conforman dicha unidad didáctica.

SESIÓN 8.

Sesión 8		
Actividad	Temporalización	Recursos
Prueba escrita.	60 minutos	Prueba escrita impresa.

Tabla 10. Resumen de la sesión 8.

Prueba escrita: el alumnado debe responder a una prueba escrita recogida en el ANEXO VIII, constará de preguntas de respuesta corta, preguntas tipo test y de resolución de problemas. Tendrán 60 minutos para realizarla.

3.6.6. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS.

Las actividades complementarias son aquellas actividades didácticas cuyo objetivo es complementar la actividad habitual del aula, forman parte de la programación docente y son coherentes al Proyecto Educativo del Centro. Se trata de actividades de carácter evaluable, que se diferencian de las propiamente lectivas por la temporalización, el espacio o los recursos que se emplean para su realización. Estas actividades han de estar relacionadas con los contenidos y criterios de evaluación de la unidad didáctica que se esté trabajando, dándole sentido y coherencia.

En esta unidad didáctica se realizará como actividad complementaria la visita al Parque Geológico de Granada, por la ruta de Guadix. Esta actividad complementaria será de carácter voluntario, ya que implica la salida del centro y requiere la autorización de los padres o representantes legales de los alumnos (ANEXO V). Los alumnos que no participen en la salida deben acudir al centro siguiendo el horario habitual, pese a que el resto de profesores no impartirán temario nuevo. Durante la hora de la asignatura de Biología y Geología, deben realizar una actividad de investigación evaluable que les permita aprender el contenido visto en la salida, recogida en la sesión 4.

3.6.7. MATERIALES Y RECURSOS DIDÁCTICOS.

Durante el desarrollo de la unidad didáctica van a ser necesarios los siguientes materiales y recursos didácticos:

- Libro de texto: como guía para el proceso de enseñanza-aprendizaje. El grupo de 1º de Bachillerato del I.E.S. “El Valle” usa como guía el libro: Biología y Geología 1º de Bachillerato. Proyecto digital. Savia-SM (ed. 2015).
- Recursos Tic: ordenador, navegador informático, diversos programas informáticos, proyector, pizarra digital, altavoces y dispositivo multimedia con cámara.
- Material didáctico proporcionado por el profesor: ficha técnica, plantilla para la realización de actividades, actividades, examen, presentaciones, cuestionarios, pruebas de la actividad “scape room” y plantillas de los alumnos para la realización del test en plickers.
- Pizarra blanca y rotuladores de diferentes colores.
- Otros materiales: noticias impresas, textos de revisión, libros de consultas, lápices de colores, folios blancos, cuadernos, bolígrafos, gomas de borrar, etc.

3.6.8. ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD.

De acuerdo con el Artículo 29 de la ley 3 enero 2015, en la organización de los estudios de Bachillerato se prestará especial atención al alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo. Corresponde a la Administración Educativa establecer las condiciones de accesibilidad y diseño universal y los recursos de apoyo que favorezcan el acceso al currículo del alumnado con necesidades educativas especiales, y adaptar los instrumentos y en su caso los tiempos y apoyos que aseguren una correcta evaluación de este alumnado.

La escolarización del alumnado con altas capacidades intelectuales, identificado como tal según el procedimiento, se podrá flexibilizar de la forma que determinen las Administraciones educativas como determine la normativa vigente.

Además, siguiendo el Artículo 30 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, se establecerán las medidas más adecuadas para las condiciones de realización de evaluaciones se adapten a las necesidades de cada alumno, que nunca se tendrán en cuenta para minimizar las calificaciones obtenidas.

Entre las medidas generales de atención a la diversidad que se van a llevar a cabo durante la consecución de la unidad didáctica “Historia de la Tierra: Grandes extinciones y sus causas naturales” encontramos las siguientes:

1. Adecuación de los objetivos de la unidad didáctica priorizando y seleccionando los contenidos que se adapten a las características del alumnado.
2. Organización de los contenidos de forma integradora.
3. Realización de diferentes agrupamientos mixtos para así implementar distintos sistemas de comunicación.
4. Elegir un aula adaptable a las necesidades de los diferentes agrupamientos.
5. Uso de estrategias metodológicas que favorezcan la participación de todo el alumnado como el aprendizaje cooperativo o la tutoría entre iguales.
6. Adecuar las técnicas y estrategias metodológicas a las dificultades del alumnado en relación al aprendizaje de diferentes contenidos.
7. Adaptación de las actividades a los diferentes ritmos de aprendizaje pero respetando el contenido.
8. Selección de diferentes materiales y recursos didácticos que ayuden a la motivación del alumnado.
9. Elaborar técnicas, procedimientos e instrumentos de evaluación adaptables a las necesidades educativas del alumnado sin modificar los criterios de evaluación.

3.7. EVALUACIÓN

De acuerdo al Artículo 30 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, la evaluación del aprendizaje del alumnado será continuada y diferenciada según las distintas materias, tendrá un carácter formativo, y se usará como instrumento para la mejora tanto de los procesos de enseñanza como de los de aprendizaje.

3.7.1. SISTEMA DE EVALUACIÓN.

Para llevar a cabo la evaluación de esta unidad didáctica, se tendrá en cuenta las características de la totalidad del grupo pero se realizará de forma individualizada. Como indica la normativa vigente, se tienen en cuenta todos los elementos del currículum y el profesor aportará material para que el alumnado pueda conseguir los objetivos y competencias que refleja el mismo.

El proceso de evaluación será continuo, valorando el progreso individual y grupal a lo largo de la realización de las actividades propuestas en esta unidad didáctica. Así mismo, se intentarán identificar posibles dificultades de los alumnos y se harán las adaptaciones oportunas para lograr que la totalidad de la clase alcance los objetivos propuestos.

Además, en la última sesión, la 8, se realizará una prueba escrita con el fin de que los alumnos demuestren que han aprendido los contenidos de forma cognoscitiva y son también capaces de aplicar los mismos.

3.7.2. CRITERIOS DE EVALUACIÓN.

Se pueden definir los criterios de evaluación como *“referente específico para evaluar el aprendizaje del alumnado. Describen aquello que se quiere valorar y que el alumnado debe lograr, tanto en conocimientos como en competencias; responden a lo que se pretende conseguir en cada asignatura”* (Artículo 4 del Real Decreto 111/2016 (p.30)).

De acuerdo al Anexo 1 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, los criterios de evaluación que se van a tener en cuenta en esta unidad didáctica son (p.218):

1. *Deducir a partir de cortes geológicos y mapas topográficos sencillos la existencia de estructuras geológicas y su relación con el relieve.*
2. *Aplicar criterios cronológicos para la datación relativa de formaciones geológicas y deformaciones localizadas en un corte geológico.*
3. *Interpretar el proceso de fosilización y los cambios que se producen.*

En la Tabla 11 se muestra la relación entre los criterios de evaluación y las competencias clave trabajadas en cada uno de ellos.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	CC
1. Deducir a partir de cortes geológicos y de mapas topográficos sencillos de una zona determinada la existencia de estructuras geológicas y su relación con el relieve.	
2. Aplicar criterios cronológicos para la datación relativa de formaciones geológicas y deformaciones localizadas en un corte geológico.	
3. Interpretar el proceso de fosilización y los cambios que se producen.	

Tabla 11. Relación entre los criterios de evaluación de la unidad didáctica y las competencias clave (CC).

3.7.3. ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES.

Teniendo en cuenta lo establecido en el Artículo 4 del Decreto 111/2016, los estándares de aprendizaje evaluables se definen como *“especificaciones de los criterios de evaluación que permiten definir los resultados de aprendizaje, y que concretan lo que el estudiante debe saber, comprender y saber hacer en cada asignatura; deben ser observables, medibles y evaluables y permitir graduar el rendimiento o logro alcanzado”* (p.30).

En la Tabla 12 se muestra la relación entre los contenidos de esta unidad didáctica, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables, establecidos en el Anexo 1 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre (p.218):

CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE
Principales acontecimientos en la historia geológica de la Tierra.	1. Deducir a partir de cortes geológicos y mapas topográficos sencillos de una zona determinada la existencia de estructuras geológicas y su relación con el relieve.	1.1. Interpreta y realiza cortes geológicos y mapas topográficos sencillos.
Principios fundamentales de estratigrafía.	2. Aplicar criterios cronológicos para la datación relativa de formaciones geológicas y deformaciones localizadas en un corte geológico.	2.1. Interpreta cortes geológicos y determina la antigüedad de sus estratos, las discordancias y la historia geológica de la región.
Grandes divisiones geológicas. Extinciones masivas y sus causas naturales.	3. Interpretar el proceso de fosilización y los cambios que se producen.	3.1. Categoriza los principales fósiles guía, valorando su importancia para el establecimiento de la historia geológica de la Tierra.

Tabla 12. Relación entre los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la unidad didáctica.

3.7.4. CRITERIOS DE CALIFICACIÓN.

En esta unidad didáctica se van a usar como procedimientos de evaluación la actitud mostrada en clase (10 %), el cuestionario de la visita al geoparque (10 %), actividad compara y contrasta (15 %), el trabajo de investigación (25 %) y la prueba escrita (40 %). Todo eso forma los criterios de calificación de la unidad didáctica que permiten asignar una calificación numérica e individualizada y quedan recogidos en la Tabla 13.

PONDERACIÓN	PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN
40 %	Prueba escrita
25 %	Trabajo de investigación
25 %	Otras actividades: - Cuestionario visita al geoparque (10 %) - Actividad compara y contrasta (15 %)
10 %	Actitud e intervención mostrada en clase

Tabla 13. Criterios de calificación de la unidad didáctica.

3.7.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN.

Para dar respuesta al cómo evaluar, el docente dispone de una serie de técnicas e instrumentos. En esta unidad didáctica, con el fin de evaluar de forma adecuada el proceso de enseñanza-aprendizaje se usará:

- Observación directa de los alumnos en la realización de las actividades propuestas durante el desarrollo de las sesiones.
- Análisis de la realización de los trabajos, cuestionarios, actividades, etc.
- Realización de la prueba escrita (ANEXO VII).

Por otra parte, como instrumento de evaluación se usará la rúbrica (Tabla 14, 15, 16 y 17) y para la recogida de datos interesantes de cada sesión el portfolio (Anexo VIII).

INDICADORES DE LOGRO	GRADO DE ADQUISICIÓN			
	0 - 2,5	2,5 – 5	5 – 7,5	7,5 - 10
Imágenes	No añade ninguna imagen.	Añade alguna imagen aunque no correctamente.	Añade alguna imagen de forma correcta.	Añade todas las imágenes de forma correcta.
Restos fósiles	El alumno no es capaz de identificar ningún resto fósil y si lo hace, no se corresponde	El alumno identifica menos de 3 restos fósiles, pero no los relaciona correctamente	El alumno identifica menos de 3 restos fósiles, pero los relaciona correctamente	El alumno es capaz de identificar 3 o más restos fósiles, así como relacionarlos

	con los requeridos.	con el período y animal que corresponden y ni destaca la importancia de los mismos.	con el período y animal que corresponden y destaca la importancia de los mismos.	con el período y animal que corresponden y destacar la importancia de los mismos.
Mapa topográfico	El alumno no identifica ninguna estructura geológica, o si lo hace no es de forma correcta.	El alumno identifica una estructura geológica, o si identifica más no son correctas.	El alumno identifica entre 1 y 2 estructuras geológicas de forma correcta.	El alumno identifica entre 3 o más estructuras geológicas de forma correcta.
Puntuación total / 3 =				

Tabla 14. Rúbrica de evaluación del cuestionario sobre la visita al geoparque.

INDICADORES DE LOGRO	GRADO DE ADQUISICIÓN			
	0 - 2,5	2,5 - 5	5 – 7,5	7,5 – 10
IMPLICACIÓN	No ha participado ni se ha preocupado por la correcta consecución del trabajo.	Ha participado correctamente pero no se ha preocupado por la correcta consecución del trabajo.	Ha participado correctamente y se ha preocupado por la consecución del trabajo.	Ha participado activamente y se ha preocupado por la correcta consecución del trabajo.
ESCUCHA	No deja escuchar a los demás.	Interrumpe a los compañeros.	Escucha a los demás pero interrumpe a veces.	Ha escuchado y respetado las opiniones de los demás.
OPINIONES	No acepta opiniones.	Solo a veces acepta las opiniones.	Acepta lo que se le dice pero pone excusas.	Acepta lo que se comente.
ESTABLECER DIFERENCIAS ENTRE LAS	No ha ayudado a establecer	Ha ayudado a establecer pocas	Ha ayudado a establecer casi todas las	Ha ayudado a establecer todas las

EXTINCCIONES	diferencias entre las extinciones asignadas.	diferencias entre las extinciones asignadas.	diferencias entre las extinciones asignadas.	diferencias entre las extinciones asignadas.
ESTABLECER SIMILITUDES ENTRE LAS EXTINCCIONES	No ha ayudado a establecer similitudes entre las extinciones asignadas.	Ha ayudado a establecer pocas similitudes entre las extinciones asignadas.	Ha ayudado a establecer casi todas las similitudes entre las extinciones asignadas.	Ha ayudado a establecer todas las similitudes entre las extinciones asignadas.
LLEGAR A UNA CONCLUSIÓN FINAL	No ha ayudado a llegar a una conclusión final.	Ha ayudado poco a llegar a una conclusión final.	Ha ayudado a establecer casi la totalidad de la conclusión final.	Ha ayudado a establecer la totalidad de la conclusión final.
Puntuación total / 6 =				

Tabla 15. Rúbrica de evaluación de la actividad compara y contrasta.

INDICADORES DE LOGRO	GRADO DE ADQUISICIÓN			
	0 - 2,5	2,5 - 5	5 – 7,5	7,5 - 10
RESPONSABILIDAD	No ha hecho nada	Ha hecho menos de lo que debía hacer	Ha hecho casi todo lo que tenía que hacer	Ha realizado todo lo que tenía que hacer
CONOCIMIENTO DEL TEMA	No demuestra a penas conocimiento del tema	Demuestra conocimiento de algunas partes del tema	Demuestra un buen conocimiento del tema	Muestra un conocimiento profundo sobre el tema
ORGANIZACIÓN DEL TEMA	La información se muestra inconexa y desorganizada	La información no se muestra de una forma totalmente clara pero está bien conectada.	La información se muestra clara y ordenada	La información se muestra de forma clara y bien conectada.
CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	La información tiene poca relación con	Solo responde a algunas preguntas planteadas.	Responde a la mayor parte de preguntas planteadas	Responde a todas las preguntas planteadas

	el tema planteado.			
ORTOGRAFÍA	Presenta numerosos errores gramaticales, ortográficos y de puntuación.	Hay algunos errores gramaticales, ortográficos y de puntuación.	Hay pocos errores gramaticales, ortográficos y de puntuación.	No existen errores gramaticales, ortográficos y de puntuación.
DIPOSITIVAS	Incorrectas, con pocas o ninguna imagen y mucho texto.	Han añadido imágenes pero no esquemas aclaratorios.	Adecuadas, pero con pocos esquemas o información visual.	Claras, con esquemas muy sencillos e información visual y ejemplos.
INTERVENCIÓN ORAL	No interviene solo un miembro del grupo.	Intervienen dos miembros del grupo.	Intervienen tres miembros del grupo.	Intervienen los cuatro miembros del grupo.
USO DEL LENGUAJE VERBAL Y NO VERBAL	En casi ninguna intervención se habla de forma clara y precisa, se muestran nerviosos y no miran a los compañeros.	En algunas intervenciones no se habla de forma clara y precisa, nerviosos y sin mirar a los compañeros.	Se habla de forma clara y precisa en casi todas las intervenciones y ocasionalmente lo hacen relajados y mirando a los compañeros.	Se habla de forma clara y precisa en todas las intervenciones, relajados y manteniendo una buena postura.
TIEMPO	La intervención dura de 1 a 2 minutos.	La intervención dura de 2 a 3 minutos.	La intervención dura de 3 a 4 minutos.	La intervención dura de 4 a 5 minutos.
RESOLUCIÓN DE DUDAS	No son capaces de resolver las preguntas realizadas por el profesor y los compañeros.	Son capaces de resolver algunas preguntas realizadas por el profesor y los compañeros.	Son capaces de resolver casi todas las preguntas realizadas por el profesor y los compañeros.	Son capaces de resolver todas las preguntas realizadas por el profesor y los compañeros.
Puntuación total / 10 =				

Tabla 16. Rúbrica de evaluación del trabajo de investigación.

INDICADORES DE LOGRO	GRADO DE ADQUISICIÓN			
	0 - 2,5	2,5 - 5	5 – 7,5	7,5 - 10
TRABAJO DIARIO.	Nunca hace ni corrige las tareas.	A veces olvida realizar las tareas y en ocasiones no las corrige.	A veces olvida las tareas pero se preocupa por corregirlas.	Realiza y corrige siempre las tareas.
PARTICIPACIÓN EN CLASE	Se mantiene al margen y no interviene a pesar de solicitar su participación.	Es necesario requerir su participación para realizar aportaciones.	A menudo interviene y aporta ideas durante las clases.	Interviene y aporta ideas de forma constante.
RESPECTA LOS TURNOS DE PALABRA	No suele respetar los turnos de palabra en debates, coloquios, corrección de actividades, etc.	Le cuesta respetar los turnos de palabra en debates, coloquios, corrección de actividades, etc.	A veces respeta los turnos de palabra en debates, coloquios, corrección de actividades, etc.	Respetar los turnos de palabra en debates, coloquios, corrección de actividades, etc.
COMPAÑERISMO	Rara vez respeta las opiniones ajenas. No se muestra colaborativo en las tareas colectivas.	A veces impone sus ideas y respeta las opiniones ajenas. No siempre se muestra colaborativo en las tareas colectivas.	No impone sus ideas y respeta siempre las opiniones ajenas. A menudo se muestra colaborativo para cualquier tarea colectiva.	No impone sus ideas y respeta siempre las opiniones ajenas. Siempre se muestra colaborativo en tareas colectivas.
VISUALIZADO DE VÍDEOS.	No visualiza el vídeo con atención y en silencio.	Visualiza el vídeo con atención pero distraiéndose.	Visualiza el vídeo con atención pero comentándolo con los compañeros.	Visualiza el vídeo con atención y en silencio.
COMENTARIO DE VÍDEOS.	No participa en el comentario del vídeo.	Participa en la respuesta a algunas preguntas del comentario del vídeo.	Participa en la respuesta de casi todas las preguntas de forma correcta.	Participa en la respuesta todas las preguntas de forma correcta.

CUESTIONARIOS	El alumno no rellena el cuestionario.	Solo rellena algunas preguntas del cuestionario.	Completa casi todo el cuestionario de forma correcta.	Completa todo el cuestionario de forma correcta
TAREAS DE CLASE	El alumno no realiza las actividades de clase.	Solo realiza parte de las actividades de clase de clase.	Realiza casi todas las actividades de clase de forma correcta.	Realiza todas las actividades de clase de forma correcta.
Puntuación total / 8 =				

Tabla 17. Rúbrica de evaluación de la actitud y participación en clase.

3.7.6. RECUPERACIÓN Y PROACCIÓN.

Las actividades de recuperación y de proacción han de incluirse siempre dentro de la programación didáctica, pero solo se emplearán en el caso de que algún alumno las requiera.

Las actividades de recuperación se desarrollarán en el caso de que el alumno no haya obtenido una calificación final mayor a 5, o la calificación del examen sea menor a 4,5, entendiéndose que no ha adquirido los objetivos de esta unidad didáctica. En este caso, a final del trimestre debe realizar una prueba escrita, recogida en el ANEXO IX, en la que se evaluará el grado de consecución de los objetivos de la unidad didáctica que se está trabajando.

Por otro lado, las actividades de proacción son aquellas que se proponen a los alumnos que han superado los objetivos de la unidad didáctica, para conseguir optimizar su aprendizaje. En esta unidad didáctica se promoverá la competencia “aprender a aprender” proponiendo a los alumnos la búsqueda de mapas topográficos de la ciudad de Jaén y la identificación de diversas estructuras geológicas en ellos.

3.8. EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.

El actual sistema educativo regulado por la LOE con las modificaciones de la LOMCE, basa su eficacia, entre otros aspectos, en la evaluación, apareciendo hoy día con fuerza y obligación la evaluación del proceso de enseñanza. Esto es clave para que el profesor sea capaz de prestar al alumno la ayuda que necesite consiguiendo la adaptación de los programas a las singularidades de cada alumno y así poder mejorar

las estrategias de enseñanza-aprendizaje imperantes hoy día en Didáctica de las Ciencias Experimentales (Halcones y Gonzales, 2004).

3.8.1. INSTRUMENTOS EMPLEADOS.

Para evaluar el proceso de aprendizaje de los alumnos se va a llevar a cabo la observación directa del proceso de aprendizaje ellos y se recogerá en un porfolio como se puede ver en el ANEXO X.

Entendiendo la evaluación del proceso de enseñanza como una reflexión, control de calidad y análisis de lo que el profesor hace, la evaluación del proceso de enseñanza queda recogido en la Tabla 19. Tanto el profesor como el alumnado realizarán una reflexión asignando del 1 al 5 el grado de cumplimiento de los diferentes puntos a analizar, siendo 1 nada conseguido y 5 muy conseguido. Además podrá anotar propuestas y así ayudar a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANAZA-APRENDIZAJE						
	1	2	3	4	5	Propuesta de mejora
1. El profesor asiste de forma regular y puntual a clase						
2. Finaliza las sesiones se forma puntual						
3. Ha realizado de forma adecuada la prueba de evaluación inicial						
4. Ha modificado la programación didáctica para adaptarse al grupo						
5. Es capaz de adaptarse a las necesidades del alumnado						
6. Se preocupa por el aprendizaje de los alumnos						
7. Proporciona material a los alumnos para ayudar a conseguir los objetivos de la unidad didáctica						
8. Las actividades propuestas han contribuido a alcanzar los objetivos de unidad didáctica						
9. Es capaz de resolver los problemas que surgen en clase						
10. Se preocupa por el grado de comprensión de sus explicaciones						

11. Motiva al alumnado a seguir aprendiendo						
12. Respeta a los alumnos						
13. Fomenta el trabajo en grupo así como la ayuda entre iguales						
14. Ha informado a los alumnos de qué va a evaluar en esta unidad didáctica						
15. Ha informado a los alumnos de la forma en la que va a evaluar cada actividad						
Observaciones:						

Tabla 18. Evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje.

4. CONCLUSIONES

La realización de este Trabajo Fin de Máster me ha supuesto el reto más relevante del Máster en Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas. Decidí realizarlo sobre la historia de la Tierra ya que considero que en educación no se le da la relevancia suficiente a los temas de ámbito geológico, de ahí la necesidad de realizar unidades didácticas basadas principalmente en actividades motivadoras, para contribuir a despertar en el alumnado el interés por la geología.

Para la programación de la unidad didáctica ha sido fundamental lo aprendido en las distintas asignaturas del máster, así como el acercamiento al alumnado durante el período de prácticas, que pese a haber sido de forma telemática ha contribuido a mi desarrollo como docente. Gracias a las distintas asignaturas, he podido dar a la unidad didáctica elaborada un enfoque por indagación, para facilitar la participación activa de los estudiantes en la adquisición del conocimiento, ayudando así al desarrollo del pensamiento crítico.

De acuerdo con el objetivo propuesto para este Trabajo Fin de Máster, puedo decir que ha sido necesario realizar una síntesis de los diversos contenidos relacionados con la historia de la Tierra, priorizando aquellos que contribuyen al desarrollo de las competencias clave y contextualizándolos correctamente. Así mismo la revisión bibliográfica de artículos sobre Didáctica de las Ciencias experimentales, ha influido notoriamente en la elección de actividades con el fin de que el alumnado adquiriera alfabetización científica.

Todo ello, junto con la actual repercusión de la ciencia en la sociedad, hace necesaria una mayor investigación en Didáctica de las Ciencias con el fin de formar personas capaces de juzgar la veracidad de la información desde el rigor científico.

Por último añadir que debido a la situación provocada por la pandemia del COVID-19 se ha dejado aún más ver la necesidad de profesores que sean capaces de mantener una interacción continua con el alumnado, además de la formación continua de estos para que sean capaces de sobrellevar cualquier situación dada.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alegret, L., Meléndez, A., & Trallero, V. (2001). Didáctica del tiempo en geología: apuntes en internet. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 9(3), 261-269.

Alvarez, W., Kauffman, E. G., Surlyk, F., Alvarez, L. W., Asaro, F., & Michel, H. V. (1984). Impact theory of mass extinctions and the invertebrate fossil record. *Science*, 223(4641), 1135-1141.

Anguita, F. (2013). Fundamentos conceptuales y didácticos: Investigar un planeta. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21(2), 195-207.

Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. Fascículos de CEIF, 1, 1-10.

Bernardo, C. (2018). (Geo)historia de la Tierra. Recuperado de: <http://geologicalight.blogspot.com/2018/05/geohistoria-de-la-tierra.html>

Brain, C. B., Prave, A. R., Hoffmann, K. H., Fallick, A. E., Botha, A., Herd, D. A. & Allison, S.G. (2012). Los primeros animales: ca. Fósiles en forma de esponja de 760 millones de años de Namibia. *South African Journal of Science*, 108 (1-2), 01-08.

Campanario, J. M., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 17(2), 179-192.

Canudo, J. I. (2010). Qué nos enseña la extinción de los dinosaurios sobre la historia de la vida y de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 18(1), 74-84.

Caplan, M. L., & Bustin, R. M. (1999). Devonian–Carboniferous Hangenberg mass extinction event, widespread organic-rich mudrock and anoxia: causes and consequences. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 148(4), 187-207.

Carrión, J. S., Fuentes, N., & Fernández, S. (2006). Una perspectiva paleobotánica—y por tanto, heterodoxa, para las grandes extinciones. *Carrión, J.S., Fernández, S., Fuentes, N.(Ed), Paleoambientes y cambio climático. Quaderna. Fundación Séneca, Agencia Regional de Ciencia y Tecnología, Murcia*, 31-53.

Cascales-Miñana, B., & Cleal, C. J. (2014). The plant fossil record reflects just two great extinction events. *Terra Nova*, 26(3), 195-200.

Ceballos, G., Ehrlich, P. R., Barnosky, A. D., García, A., Pringle, R. M., & Palmer, T. M. (2015). Accelerated modern human–induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science advances*, 1(5), e1400253.

Colorado Plateau Geosystem (2004). Sala de mapas. Recuperado de: <https://deeptimemaps.com/>

Consejería de Educación (2009). Decreto 301/2009, de 14 de julio, por el que se regula el calendario y la jornada escolar en los centros docentes, a excepción de los universitarios. Consejería de Educación. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía (20/07/2009), 139, 5-9. Recuperado de: <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2009/139/1>

Consejería de Educación (2016a). Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Consejería de Educación. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía (28/06/2016), 122, 27-45. Recuperado de: <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2016/122/2>

Consejería de Educación (2016b). Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado. Consejería de Educación. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía (28/07/2016), 144, 108-396. Recuperado de: <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2016/144/18>

Copper, P. (1986). Frasnian/Famennian mass extinction and cold-water oceans. *Geology*, 14(10), 835-839.

Díaz, J. A. A., ALONSO, A. V., & MAS, M. A. M. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 2(2), 80-111.

Equipo de Earthlearningidea. Mary Anning – Madre de la Paleontología “Una mujer en un mundo de hombres”. Recuperado de: https://www.earthlearningidea.com/PDF/115_Spanish.pdf

Erwin, D. H. (1994). The Permo–Triassic extinction. *Nature*, 367(6460), 231-236.

Fernández López, S. R. (2000). La naturaleza del registro fósil y el análisis de las extinciones. *Coloquios de paleontología*, 51, 267-280.

Halcones, M. Á. G., y González, N. P. (2004). La evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje. Fundamentos básicos. *Docencia e investigación*, 14(4).

Hallam, A., & Wignall, P. B. (1997). Mass extinctions and their aftermath. Oxford University Press, UK.

Hesselbo, S. P., Robinson, S. A., Surlyk, F., & Piasecki, S. (2002). Terrestrial and marine extinction at the Triassic-Jurassic boundary synchronized with major carbon-cycle perturbation: A link to initiation of massive volcanism? *Geology*, 30(3), 251-254.

Jefatura del Estado (2006). Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Jefatura del Estado. *Boletín oficial del Estado* (04/05/2006), 106. Recuperado de: <https://www.boe.es/eli/es/lo/2006/05/03/2/con>

Jefatura del Estado (2013). Ley Orgánica 8/2013, de 9 de Diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Jefatura del Estado. *Boletín oficial del Estado* (10/12/2013), 295, 97.858-97.921. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-12886-consolidado.pdf>

Jiménez-Aleixandre, M. P., Ros, A. C., de Torre, A. O., de Pro Bueno, A., & Rodríguez, E. P. (2003). *Enseñar ciencias* (Vol. 176).

Kurt Rosenkrantz (2010). Sección transversal de capas sedimentarias. Recuperado de: https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3ACross-section_of_sedimentary_layers.png

Linares Rodríguez, A. (1982). Algunos aspectos de la dinámica de la vida según el Registro fósil.

MacLeod, N. (2013). The great extinctions: what causes them and how they shape life. Natural History Museum, London.

Maldonado, C. E. (2009). Evolución, Teoría de las extinciones, Complejidad. *Acta biológica colombiana*, 14, 283-299.

Martínez, E. F. (2010). Construyendo una nueva visión de la historia de la Vida. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 18(1), 60-73.

MECD (2015a). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD). *Boletín Oficial del Estado* (03/01/2015), 3, 169-546. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-37>

MECD (2015b). Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el Bachillerato. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD). *Boletín Oficial del Estado* (29/01/2015), 25, 6986-7003. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-738>

Molina, E. (1995). Modelos y causas de extinción masiva. *Interciencia*, 20(2), 83-89.

Molina, E. (2006). Evidencias y causas de los principales eventos del Paleógeno basadas en los patrones de extinción y supervivencia de los foraminíferos. *Revista Española de Paleontología*, 21(2), 159-173.

Moore, D. W., Anderson, A., & Kumar, K. (2005). Instructional adaptation in the management of escape-maintained behavior in a classroom. *Journal of Positive Behavior Interventions*, 7(4), 216-223.

Muñoz, B., & Refoyo, P. (2013). Pérdida de Biodiversidad. Responsabilidad y soluciones.

Palacios, P., Javier, F., & Cañal de León, P. (2000). Didáctica de las ciencias experimentales. *Ed. Marfil–Colección Ciencias de la Educación. Capítulo 19.*

Pardo, A., Keller, G., & Adatte, T. (2011). De México a India: en busca de las causas del ocaso de los dinosaurios. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19(2), 149-161.

Pérez, G. D., Sastre, I. R., Sánchez-Cañete, F. J. S., Luque, F., Jiménez, I., Muñiz, A. M. & Sánchez, V. F. V. (2010). Biological mass extinctions on planet Earth. *Archaeobios*, (4), 53-64.

Porlán Ariza, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 16(1), 175-185.

Pozo Municio, J. I., & Gómez Crespo, M. Á. (1998). Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. *Colección pedagogía.*

Pozo, J. A., Sanz, A., Crespo, G., & Limón, M. (1991). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 083-94.

Pozo, J. I. (1996). Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a dónde van... y mientras tanto qué hacemos con ellas. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales.*

Raup, D. M., & Sepkoski, J. J. (1982). Mass extinctions in the marine fossil record. *Science*, 215(4539), 1501-1503.

Raup, D. M. (1986). Biological extinction in earth history. *Science*, 231(4745), 1528-1533.

Raup, D. M. (1994). The role of extinction in evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91(15), 6758-6763.

Rivilla, A. M., Mata, F. S., González, R. A., Entonado, F. B., & de Vicente Rodríguez, P. S. (2009). *Didáctica general*. Madrid, España: Pearson Prentice Hall.

Rodríguez Expósito, E. (2019). El árbol de la vida y el salón de las extinciones masivas como investigación escolar: propuesta de trabajo empleando el Aprendizaje Basado en el Pensamiento (Thinking-Based Learning, TBL).

Romero, M. y Vázquez, Á. (2013). Investigando dragones: una propuesta para construir una visión adecuada de la Naturaleza de la Ciencia en Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 85-99.

Sellman, S., Säterberg, T., & Ebenman, B. (2016). Pattern of functional extinctions in ecological networks with a variety of interaction types. *Theoretical ecology*, 9(1), 83-94.

Sheehan, P. M. (2001). The late Ordovician mass extinction. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 29(1), 331-364.

Sola, J. A. A., Alegret, L., Arenillas, I., & Anguita, F. (2012). El evento del límite Cretácico/Terciario y la navaja de Occam. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 20(3), 218.

Villas, E. (2001). Paleogeografía y paleoclimatología del Ordovícico. La Era Paleozoica: el desarrollo de la vida marina. 85-94.

Veevers, J. J., & Saeed, A. (2011). Age and composition of Antarctic bedrock reflected by detrital zircons, erratics, and recycled microfossils in the Prydz Bay–Wilkes Land–Ross Sea–Marie Byrd Land sector (70–240 E). *Gondwana Research*, 20(4), 710-738.

Vermeij, G. J. (2004). Ecological avalanches and the two kinds of extinction. *Evolutionary Ecology Research*, 6(3), 315-337.

ANEXOS

Mary Anning-Madre de la Paleontología «Una mujer en un mundo de hombres»

El 27 de Mayo de 1799 en Regis, Dorset en el seno de una familia trabajadora nació Mary. Era una chica muy curiosa que recogía fósiles con su padre y su hermano Joseph para venderlos. Cuando su padre murió, esto se convirtió en la única fuente de ingresos de la familia. Trabajaba en compañía de su perro y salían de búsqueda aunque hiciera sol o lloviera, para así ver qué le ofrecía la naturaleza en la playa y los acantilados de roca jurásica.



Así, Mary Anning se convirtió en la primera mujer buscadora de fósiles. Encontró algunos de ellos espectaculares en los acantilados del sur de Inglaterra a principios del siglo XIX. Se la conoce como la “Madre de la Paleontología” por sus descubrimientos de fósiles.

Encontró su primer esqueleto de plesiosaurio el 1820 y sus descubrimientos de reptiles fósiles cambiaron nuestras ideas sobre la evolución de la vida.

Aprendió francés por su cuenta para poder leer el trabajo de Cuvier sobre huesos fósiles. En ninguno de sus especímenes de museo se hacía constar que era ella quien los había encontrado. Mary Anning era un enigma de su tiempo. Entonces, pocas mujeres eran científicas y a muchas se las consideraba individuos de cabeza hueca. Sin embargo, su contribución al conocimiento del papel de los reptiles en la evolución y a la identificación de los fósiles como formas de vida extinta fue muy importante (George Cuvier en París había acuñado por vez primera el término “extintos” para animales que ya no existían como formas vivas). Mary hizo sus descubrimientos antes de que Darwin publicase su libro “Sobre el origen de las especies” el 1859, y sus análisis de los huesos habrían interesado a Darwin mientras desarrollaba su teoría de la evolución.



Basado en Earthlearningidea

ANEXO II: Cuestionario para detectar las ideas previas

Se puede acceder a él en el siguiente enlace:
<https://www.plickers.com/seteditor/5eb50e6ec2a9af0011de4ae1>

Ideas previas historia de la Tierra

- 1 En relación a la evolución de los seres vivos
 - A El proceso de extinción impide la evolución de especies
 - B Para que haya evolución no puede haber extinción
 - C Las extinciones dejan un buen escenario para la evolución de las especies

- 2 Según el principio de superposición de los estratos
 - A El orden de deposición de los estratos no permite conocer su antigüedad
 - B Los estratos superiores son los más antiguos
 - C Los estratos inferiores son los más antiguos

- 3 Con respecto a los fósiles
 - A Son rocas que permiten realizar dataciones absolutas
 - B Son restos de organismos o las marcas de estos petrificadas, que nos indican que han estado presentes durante la historia de la vida en la Tierra
 - C No son muy importantes, ya que solo nos enseñan especies que actualmente no están presentes.

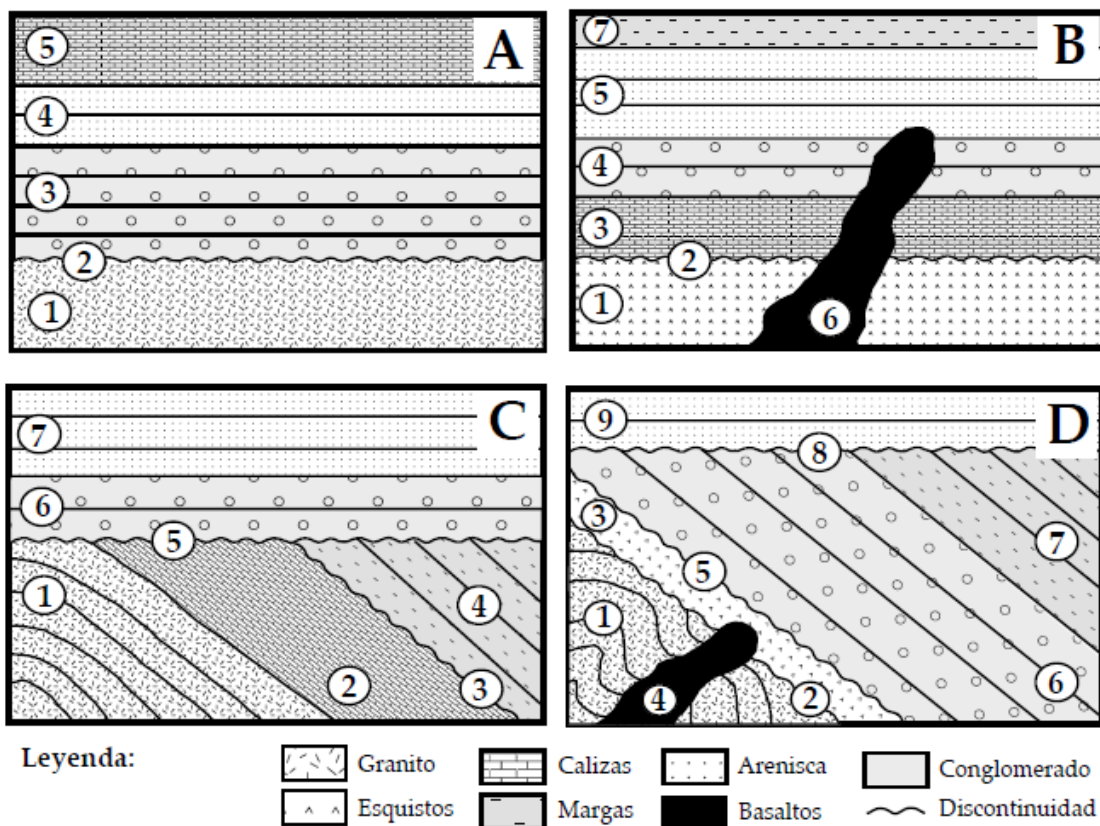
- 4 Respecto a la datación relativa de los estratos
 - A Los fósiles guía no se estudian en todas las zonas del mundo
 - B Los fósiles guía permiten realizar dataciones relativas de estratos
 - C El registro fósil es incompleto, y por tanto no es útil

- 5 ¿Qué conocéis acerca de las extinciones?
 - A Han habido muchas, la más importante la ocurrida durante el "Big-Bang"
 - B Han habido muchas, pero destacan cinco, conocidas como "Big five" debido a su magnitud
 - C Han habido muchas, entre la que destaca la del Cretácico porque se extinguieron los dinosaurios

ANEXO III: Actividad sobre el principio de superposición de los estratos

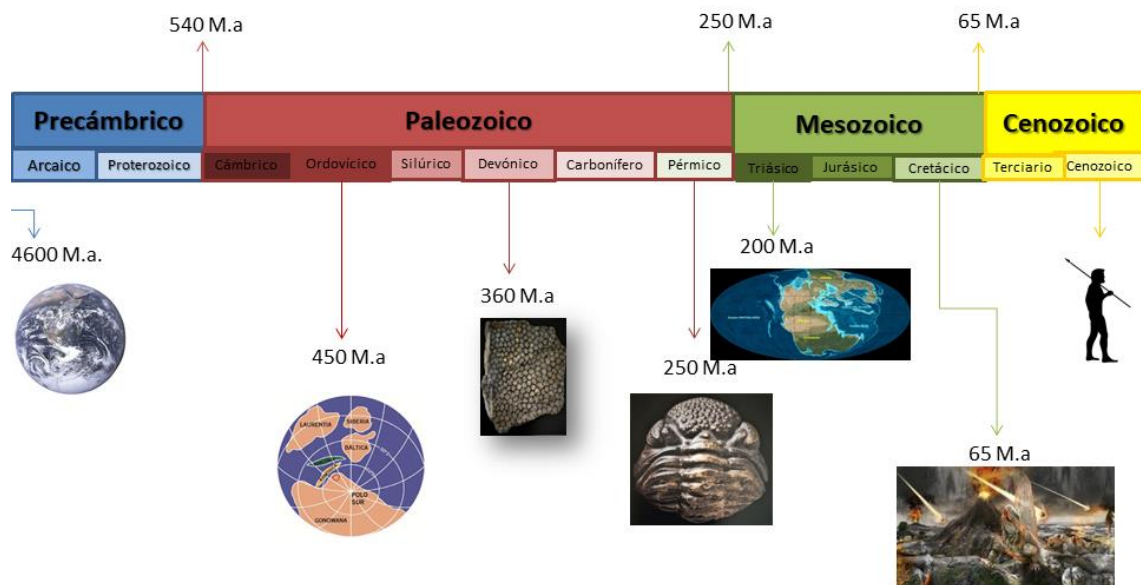
Aplicando el principio de datación relativa establecido por Stenon, además de los conocimientos que ya tienen sobre discontinuidades:

- Intenta averiguar la edad relativa de cada unidad en los siguientes cortes geológicos. Indica en cada apartado la unidad más antigua con el número 1, la siguiente unidad depositada con el 2, y así sucesivamente. Considera también las edades relativas de las discontinuidades como si se tratara de una unidad más.
- Di qué principios has empleado para averiguar las edades relativas de cada unidad.
- Dibuja la columna estratigráfica de la región para cada apartado.
- Reconstruye la historia geológica en cada caso, incluyendo los siguientes eventos: sedimentación y litificación de cada unidad, erosión de una o varias unidades que genera una discontinuidad, plegamiento de una unidad que incluye o no discontinuidades, aparición de basaltos.



Obtenido de Alegret et al, 2001.

ANEXO IV: Resolución correcta línea del tiempo



ANEXO V: Autorización salida didáctica

I.E.S. "El Valle"

AUTORIZACIÓN PARA PARTICIPAR EN salida didáctica

Don/Doña _____,
con D.N.I. _____, en calidad de madre, padre, tutora o tutor del
alumno/a _____,
matriculado/a en el primer curso de Bachillerato, autorizo a mi hijo/a, bajo mi
responsabilidad, a participar en la actividad fuera del centro: **visita al Parque
Geológico de Granada, que tendrá lugar en Guadix el día 23 de octubre de 2020.**

Esta autorización supone el conocimiento y aceptación por mi parte de las normas que
regulan este tipo de actividades, tanto de las medidas sancionadoras como de la
reparación de los daños que pudiera ocasionar mi hijo/a, así como exigir al mismo que
se comprometa a cumplirlas.

En Jaén, a _____ de _____ de 20__

Fdo: _____
(Padre, madre, tutor o tutora)

Los alumnos deberán aportar 5 € en concepto del pago del autobús y la contratación
del guía turístico. El resto de dinero necesario será abonado por el AMPA.

Material necesario:

- Mochila.
- Ropa deportiva.
- Comida (desayuno, almuerzo y merienda).
- Botella de agua.
- Libreta y bolígrafo.
- En el caso de ser posible, dispositivo electrónico con cámara.

ANEXO VI: Plantilla compara y contrasta

COMPARAR Y CONTRASTAR

¿EN QUÉ SE PARECEN?

¿EN QUÉ SE DIFERENCIAN?

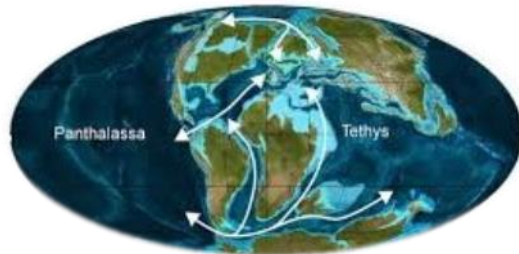
EN CUANTO A

PATRONES DE SEMEJANZAS Y DIFERENCIAS SIGNIFICATIVOS

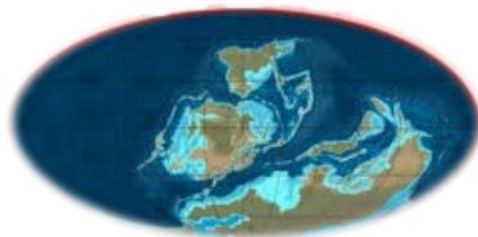
CONCLUSIÓN O INTERPRETACIÓN

Anexo VII: Pruebas scape room (Basado en Moore et al., 2005).

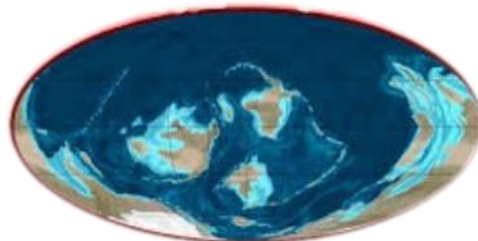
1. Relaciona la imagen de la paleogeografía terrestre con el período correspondiente.



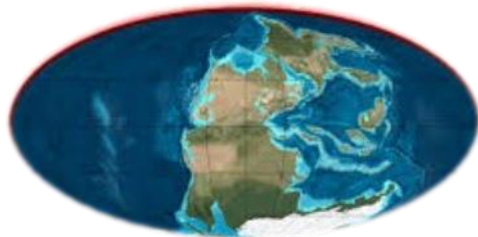
1. Pérmico



2. Cretácico



3. Triásico

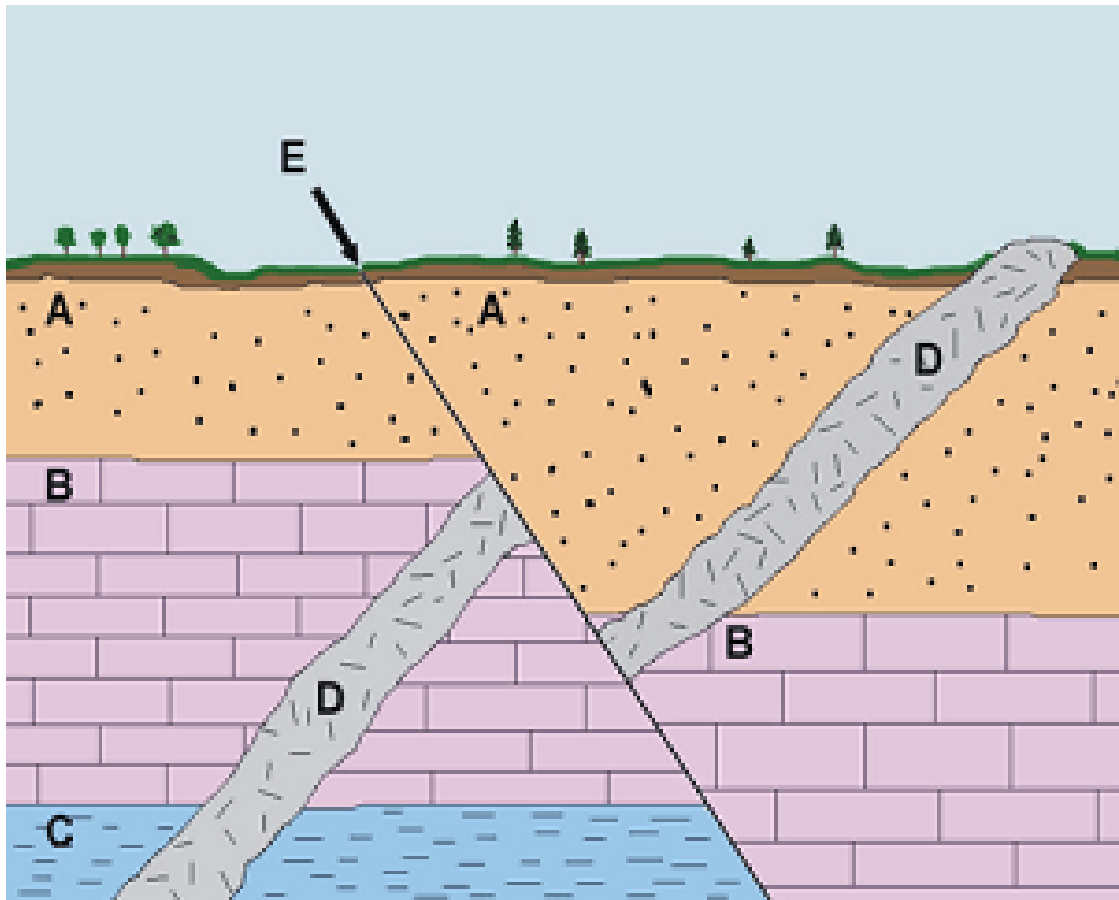


4. Devónico



5. Ordovícico

2. Interpreta el siguiente corte geológico:



Kurt Rosenkratz (2010)

3. ¿A qué animales corresponden los siguientes fósiles y en qué período se extinguieron?





4. En el siguiente recuadro, enumera 4 causas relacionadas con las extinciones, y en el caso que sea posible, relaciónalas con la extinción o extinciones en masa a las que se atribuyen.

5. ¿Tienen razón los medios de comunicación cuando afirman que actualmente estamos en medio de una extinción en masa? ¿Por qué?

ANEXO VII

EXAMEN BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA 1º DE BACHILLERATO

FECHA _____

APELLIDOS _____ NOMBRE _____ CALIFICACIÓN:

Todo lo que se os pregunta a continuación ha sido visto previamente en clase. Para contestar utiliza los folios en blanco que te he proporcionado. Puedes responder a las preguntas en el orden que desees, siempre que lo indiques de forma clara. En las preguntas de redacción cuidado con las faltas ortográficas, restan 0,2 sobre la calificación final. Si te surge cualquier duda, pregúntame. ¡Buena suerte!

1. Elige la opción correcta, solo hay una posible. Cada respuesta contestada de forma correcta valen + 0,5, las respuestas incorrectas – 0,2 y las no contestadas 0 (total: 5 puntos).

a) El período Cámbrico pertenece a la era:

1. Paleozoica
2. Mesozoica
3. Cenozoica

b) La extinción en masa ocurrida en el Pérmico marca el límite:

1. Precámbrico-Paleozoico
2. Paleozoico-Mesozoico
3. Cenozoico-Precámbrico

c) Si encuentras en unas rocas un fósil como el de la figura, es probable que el estrato pertenezca a la era:

1. Paleozoica
2. Mesozoica
3. Cenozoica



d) El principio de superposición de los estratos fue anunciado por:

1. Darwin
2. Stenon
3. Lyell

e) El principio de superposición es importante para:

1. Realizar dataciones relativas

2. Realizar dataciones absolutas
 3. Realizar dataciones tanto relativas como absolutas
- f) Si caminando por el campo observas empotrado en las rocas un fósil como el de la figura has encontrado un:

1. Ammonites
2. Belemnites
3. Trilobites



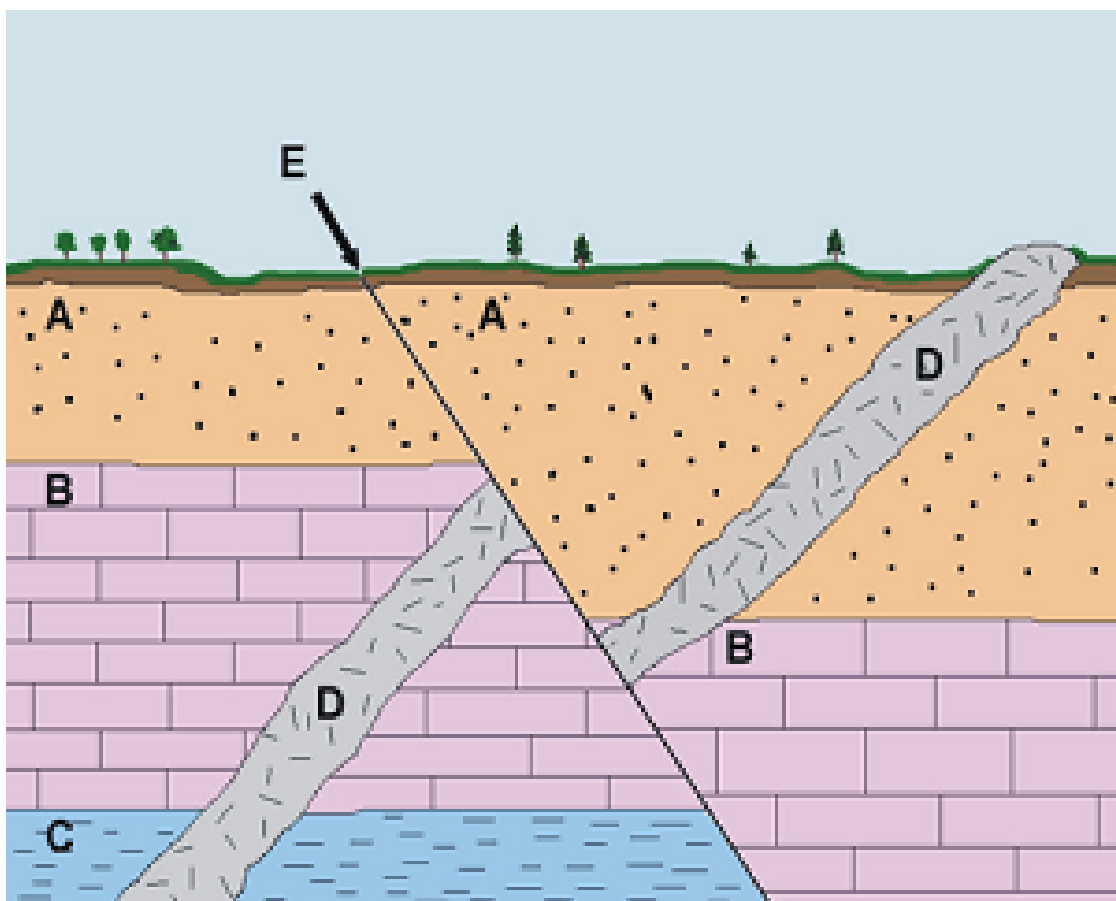
- g) A qué período se atribuye la paleogeografía de la siguiente figura:

1. Cretácico
2. Ordovícico
3. Pérmico



- h) Los primeros fósiles encontrados en la Tierra datan de hace...
1. 4500 millones de años
 2. 3500 millones de años
 3. 2800 millones de años
- i) La extinción en masa a la que se atribuyen porcentajes de extinción más elevados corresponden al período:
1. Pérmico
 2. Devónico
 3. Cretácico
- j) Las extinciones en masa suponen:
1. Una gran reducción de biodiversidad para el resto de los tiempos, ya que después de estas crisis no se recupera.
 2. Una pérdida de organismos generalistas favoreciendo a los especialistas.
 3. Un cambio brusco en la composición de la biodiversidad, ya que después de estas crisis seres vivos que aprovechan los nichos vacíos son muy diferentes a los que habían anteriormente.

2. ¿Qué tipos de extinciones conoces? (0,1 punto) Explica cada una de ellas (0,6 puntos) ¿Se producen de forma separada, o ambos tipos pueden estar relacionadas? (0,3 puntos)
3. Establece 5 diferencias entre la extinción en masa de final Ordovícico y la ocurrida a final del Cretácico (1 punto).
4. ¿Por qué es importante el Registro Geológico para el estudio de la historia de la Tierra? Explica todo lo que sepas sobre el mismo (1 punto).
5. En el siguiente corte geológico (total: 2 puntos):
 - a) Indica el orden de los materiales de más antiguo a más modernos diciendo el principio estratigráfico que estás usando para ello (1 punto).
 - b) Elabora la historia geológica correspondiente a este corte geológico (1 punto).



ANEXO IX: Examen de recuperación

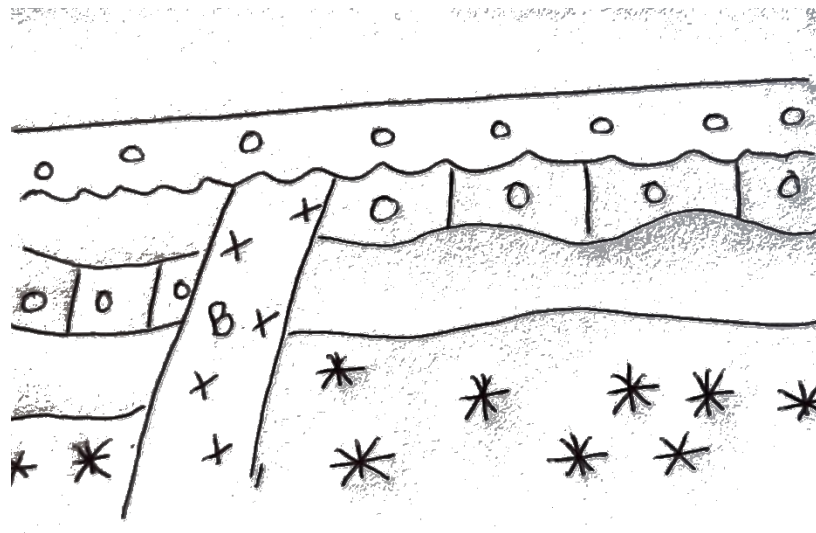
EXAMEN BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA 1º DE BACHILLERATO

FECHA _____

APELLIDOS _____ NOMBRE _____ CALIFICACIÓN:

Todo lo que se os pregunta a continuación ha sido visto previamente en clase. Para contestar utiliza los folios en blanco que te he proporcionado. Puedes responder a las preguntas en el orden que desees, siempre que lo indiques de forma clara. En las preguntas de redacción cuidado con las faltas ortográficas, restan 0,2 sobre la calificación final. Si te surge cualquier duda, pregúntame. ¡Buena suerte!

1. ¿Que causa o causas asocian la comunidad científica a la extinción masiva del período Cretácico? (1,5 puntos)
2. Comenta la distribución de los continentes que había durante el Ordovícico (1 punto). ¿A qué era pertenece este período? (0,5 puntos)
3. ¿Qué tipos de extinciones en masa se conocen? Coméntalas (1 punto).
4. ¿Qué evidencias existen para afirmar o desmentir que actualmente nos encontramos en medio de una extinción masiva? Cita 5, no es necesario que te posiciones (1 punto).
5. Dado el siguiente corte geológico, responda a las cuestiones (5 puntos):



- a) Indica el orden de los materiales, de más antiguo a más moderno, diciendo el principio estratigráfico que estas usando para ello y quien lo enunció (2 puntos).

- b) Al analizar este terreno, se identificaron numerosos fósiles de trilobites en el estrato marcado con estrellas, pero en el estrato superior (estrato blanco) ya no había presencia de ellos. ¿A qué período puede corresponder el estrato que posee los fósiles? (1 punto)
- c) Reconstruye la historia geológica de este corte geológico teniendo en cuenta que el estrato marcado con la letra B está compuesto por rocas basálticas (2 puntos).

ANEXO X: Ejemplo portfolio

Grupo: 1º de Bachillerato

Unidad didáctica: “Historia de la tierra: grandes extinciones y sus causas naturales”

Sesión 1

Comentario general: durante la lectura de la ficha técnica los alumnos se han mostrado muy interesados participando abiertamente en el debate hecho a posteriori. Esta actividad me ha permitido conocer que varios alumnos no conocían a más mujeres científicas y la mayor parte del grupo solo identifica un tipo de extinción: las extinciones en masa.

Respecto al test para la detección de ideas previas, el 75 % de la clase no distingue entre datación relativa y absoluta y el 60 % piensa que el proceso de extinción supone una amenaza para la evolución de las especies.

Alumno: Mateo Berlanga Rodríguez	SI	NO	A VECES
Participa en clase			
Guarda el turno de palabra			
Sigue las instrucciones del profesor y de sus compañeros			
Presta atención a las explicaciones			
Responde correctamente a las actividades propuestas			
Observaciones: pese a no haber sabido identificar las diferentes extinciones en la lluvia de ideas realizada con posterioridad a la lectura de la ficha técnica, ha contestado de forma correcta a todas las preguntas del vídeo junto con su compañera María. Además, no se ha detectado mediante la realización del test ninguna idea alternativa.			