



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Centro de Estudios de Postgrado

HISTORIA DE LA VIDA EN LA TIERRA: EXTINCIONES MASIVAS Y SUS CAUSAS

Alumno/a: **Sassi, Fatma.**

Tutor/a: Prof. D. Pedro Alejandro Ruiz Ortiz.

Dpto: Geología.

Octubre, 2019

Universidad de Jaén
Centro de Estudios de Postgrado

HISTORIA DE LA VIDA EN LA TIERRA: EXTINCIONES MASIVAS Y SUS CAUSAS

Alumno/a: Sassi, Fatma.

Tutor/a: Prof. D. Pedro Alejandro Ruiz Ortiz.

Dpto: Geología.

Mi agradecimiento especial al Dr. Don Pedro Alejandro Ruíz Ortiz,
director de este trabajo, y a Dr. Doña África Yebra Rodríguez que
quienes, con sus enseñanzas, hicieron posible este trabajo.

A todo el claustro de IES Valle del Guadalimar que ha abierto la puerta
del Instituto y en particular a mi Tutora del Prácticum Doña María
Jiménez Jiménez que me ha abierto las puertas de su aula y pude
impartir la unidad didáctica de este trabajo.

A mi querida familia y en particular a mi Hija Leonor que por ella he
dado el paso hacia la docencia y seré docente

A mis queridos padres y mis hermanos, por su apoyo en la
distancia y siempre que he necesitado su ayuda.

*Une spéciale dédicace à Fermín et à Silvia pour leur aide
inconditionnée...*

Y a todo aquél que con su consejo, ánimo o su motivación diaria
ha hecho posible que el mismo haya llegado a buen término: Gracias
Adrien, Ana Belen, Aymen, Belhassen, Fatma, Gustavo, Irene, María de
la Cruz, Omar, Rocío y Teresa

INDICE:

RESUMEN	10
ABSTRACT	10
1. INTRODUCCION.....	12
2. INTERPRETACIÓN DEL REGISTRO FÓSIL.	15
3. EDAD DE LA TIERRA.....	17
4. LA VIDA EN LA TIERRA.	20
4.1. <i>EXTINCIONES DE ORGANISMOS.</i>	23
4.2. <i>TIPOS DE EXTINCIONES.....</i>	24
4.3. <i>LAS GRANDES EXTINCIONES MASIVAS Y SUS CARACTERÍSTICAS.</i>	25
4.3.1. Evidencias empíricas de las extinciones masivas.....	27
4.3.2. La extinción masiva del Ordovícico tardío.	28
4.3.3. La crisis del Frasniano tardío en el Devónico tardío.	28
4.3.4. La mayor crisis de la vida en la Tierra: el Dzhulfian al final del Pérmico.	28
4.3.5. La crisis de final del Triásico.	29
4.3.6. La última catástrofe del Cretácico- Paleógeno (K-Pg).....	29
4.4 <i>PRINCIPALES CAUSAS DE LAS EXTINCIONES MASIVAS: VULCANISMO FISURAL E IMPACTOS DE BÓLIDOS EXTRATERRESTRES.</i>	29
4.4.1 Eventos cósmicos.	30
4.4.2 Vulcanismo fisural	32
4.5. <i>POSIBLES CAUSAS DE LAS CINCO EXTINCIONES EN MASA.</i>	36
4.5.1. Ordovícico-Silúrico	36
4.5.2. Devónico-Carbonífero	37
4.5.3. Pérmico-Triásico.....	38
4.4.4. Triásico-Jurásico	39
4.4.5. Cretácico-Paleógeno	39
5. UNIDAD DIDACTICA: LA HISTORIA DE LA VIDA EN LA TIERRA.	42
5.1. <i>INTRODUCCIÓN.</i>	42
5.2. <i>LEGISLACIÓN.....</i>	42
5.3. <i>CONTEXTUALIZACIÓN.....</i>	43
5.3.1. Localización y entorno del centro	43
5.3.2. Centro escolar	43
5.3.3. Proyectos Educativos del Centro	44

5.3.4. El alumnado del centro y del aula	45
5.3.5. Contextualización de la Unidad Didáctica.....	45
5.4. OBJETIVOS.	46
5.4.1. Objetivos de etapa	46
5.4.2. Objetivos de materia.....	46
5.4.3. Objetivos específicos de la unidad	47
5.5. CONTENIDOS Y COMPETENCIAS.....	48
5.5.1. Contenidos de la Unidad didáctica	48
5.5.2. Contenidos transversales e interdisciplinares	48
5.5.3. Competencias.....	49
5.6. METODOLOGÍA, MATERIALES Y RECURSOS.	51
5.6.1. Metodología	51
5.6.2. Material y Recursos.....	52
5.7. ACTIVIDADES Y TEMPORALIZACIÓN.	53
5.7.1. Descripción de las diferentes tareas	53
5.8. EVALUACIÓN.....	70
5.8.1. Cuando evaluar.	70
5.8.2. Qué evaluar.	71
5.8.3. Procedimiento, instrumento y sistema de evaluación.	71
5.9. TEMPORALIZACIÓN.	72
6. BIBLIOGRAFÍA.	75
7. ANEXOS.	80

INDICE DE FIGURAS:

Fig. 1. Aparición de algunos animales al principio del Paleozoico (López, 2015).....	13
Fig. 2. Esquema explicativo del registro fósil del Eón Fanerozoico (Muñoz et al., 2015).	14
Fig. 3. Fotos de foraminíferos planctónicos de la Era mesozoica y cenozoica con microscopio electrónico (Molina, 1997).....	17
Fig. 4. La Tabla Cronoestratigráfica internacional el Estratotipo Global de Límite (GSSP - Global Boundary Stratotype. Section and Point).....	19
Fig. 5. Caliza con estromatolitos formada en un ambiente sedimentario litoral. (Rodríguez y Sanz, 2015).....	20
Fig. 6. Fósiles del Paleozoico. Fuente: Yinan Chen [Public Domain] (1)	22
Fig. 7. Los diferentes periodos y Eras en el Eón Fanerozoico. Fuente. Elaboración propia.....	24
Fig. 8. Curva comparativa de una extinción de fondo y una extinción de masa (2).....	25
Fig. 9. Esquema de los animales más característicos de cada Era y Periodo del Fanerozoico y las cinco extinciones en masa (en flecha roja) indicando su posible causa volcánica (3).	26
Fig. 10. Imagen de un dinosaurio durante a finales del Cretácico.	27
Fig. 11. Magnitud de extinción del género a través del Fanerozoico y la edad y nombre de los supuestas estructuras de impacto responsable de eventos de extinciones masivas (Rampino y Caldeira, 2017).....	30
Fig. 12. Fotomicrografías de microtectitas de Chicxulub. Fotografía: Gerta Keller y Thierry Adatte (Pardo et al., 2011).	31
Fig. 13. Earth Impact Database, 2019 (4).....	32
Fig. 14. Vistas de las Trampas del Deccan en la India. Foto: Chris King (Earth Learning Idea).	33
Fig. 15. Fases de erupción del Deccan (Keller, et.al, 2012).	34
Fig. 16. Evidencia del límite K-Pg (Pardo, et al., 2011).	35
Fig. 17. Vistas de las Trampas Siberianas (5).	36
Fig. 18. Mapa de los principales LIPs y las 4 estructuras de impacto (adaptado de Bond y Graspy, 2017).	37
Fig. 19. Relaciones de causa y efecto propuestas durante la extinción final del Pérmico. (Adaptado por Bond y Graspy, 2017).	39
Fig. 20. Localización IES Valle del Guadalimar: Fuente Google Map.....	43
Fig. 21. Libro de texto de Biología y Geología 4º ESO. Fuente: Google imagen.....	52

INDICE DE TABLAS:

Tabla 1. <i>Distintas concepciones sobre la Tierra y su Edad.</i>	17
Tabla 2. <i>Organización del centro.</i>	44
Tabla 3. <i>Aspectos generales de la Unidad Didáctica.</i>	46
Tabla 4. <i>Metodología de la unidad didáctica.</i>	52
Tabla 5. <i>Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la unidad didáctica.</i>	71
Tabla 6. <i>Temporización de la unidad didáctica.</i>	72

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo la elaboración de una Unidad Didáctica en la asignatura de Biología y Geología de 4º ESO, teniendo como meta que el alumnado adquiera una visión profunda y crítica de la vida en el planeta Tierra a lo largo del tiempo. Para ello se parte de la edad de la Tierra y de la evolución de la vida en ella, y se presentan los acontecimientos de origen terrestre o extraterrestre que dieron origen a las grandes extinciones masivas de los seres vivos. Se aclaran los conceptos de Registro Geológico y Registro fósil que constituyen la fuente de información sobre el pasado de la Tierra.

Como metodología se ha optado en la Unidad Didáctica por la indagación en la creencia que es la mejor vía para el aprendizaje de los alumnos. Los contenidos de la unidad se completan con actividades prácticas donde se entrenan diferentes competencias.

ABSTRACT

The objective of this work is the elaboration of a Teaching Unit in the subject of Biology and Geology of the 4th ESO, aiming that the students acquire a deep and critical vision of life on planet Earth throughout time. To do this, we start from the age of the Earth and the evolution of life on it, addressing the events of terrestrial or extraterrestrial origin that gave rise to the great mass extinctions of living beings. The concepts of Geological Record and Fossil Record that constitute the source of information on the Earth's past are clarified.

Inquiry methodology has been chosen in the Teaching Unit thinking that it is the best way for students' learning. The contents of the unit are completed with practical activities where different competences are trained.

Palabras Claves: La vida en la Tierra, registro fósil, tipo de extinciones, el tiempo geológico.

Keywords: Life on Earth, fossil record, type of extinctions, geological time.

1. INTRODUCCION.

La larga historia de la Tierra está escrita en sus rocas. Es lo que se conoce como registro Geológico. Al estudiarlo minuciosamente, se ha podido llegar a la conclusión de que la vida en la Tierra no ha sido siempre igual a la que existe en la actualidad. La Tierra fue testigo de multitud de acontecimientos (cambios de composición de sus capas externas, cambios climáticos, cambios de polaridad del campo magnético, cambios del nivel del mar, etc.) que determinaron su evolución como planeta y, también, la evolución de las especies que en ella llegaron a habitar.

Innegablemente, el acontecimiento más importante que hace de la Tierra un planeta singular es de la vida que la diferencia de los demás conocidos. De hecho, desde que nació dentro del sistema solar, tardaron en surgir las primeras células primitivas, millones de años. Primero aparecieron las células Procariotas, hace unos 3700 millones de años y mucho más tarde las células Eucariotas, consideradas como una forma de evolución. Esta abiogénesis fue posible cuando se reunieron ciertas condiciones tanto en la atmosfera, la hidrosfera y la litosfera que forma la Tierra. Lo más probable es que al empezar a enfriarse, el vapor de agua que existía en la atmosfera primitiva del planeta se condensó en agua líquida formando los océanos. Este cambio en la atmosfera hizo que el clima fuera menos extremo y junto a otros factores preparó las condiciones para que aflorara la vida.

Entre los más útiles conocimientos sobre la litosfera, destaca la estratigrafía que estudia la disposición de las rocas sedimentarias, con su inevitable carga temporal de Ciencia Histórica, lo que resulta útil para ordenar eventos temporalmente, lo que permitirá reconstruir la historia de la vida en el planeta. Los estratos encierran en ellos huellas de los acontecimientos pasados del planeta. Por ello, estudiar el registro geológico, a pesar de sus limitaciones es la manera de reconstruir este pasado. En concreto, uno de los problemas en esta disciplina, es que conforme más se retrocede en el tiempo, la información es más escasa. De hecho, para el estudio de la vida en los tiempos precámbricos, se tardó en descubrir los yacimientos hasta mediados del siglo XX. La información aportada al estudiar la fauna Ediacara es considerada importante para entender la evolución y ramificación de aquellos organismos simples de la Biosfera.

Los estratos de las rocas sedimentarias se han ido depositando una encima de otra de forma que de acuerdo con el Principio de Superposición de Steno, en una sucesión no deformada las capas que están abajo son más antiguas que las que están encima. De este modo, se puede ir relacionando la secuenciación sedimentaria, de un lugar, con las características de las rocas y también de los fósiles que contienen.

Los fósiles, se definen como restos de organismos que vivieron en el pasado y cuyos despojos se han quedado incrustados en las rocas sedimentarias. Estos materiales, reflejan de una forma indiscutible la gran evolución que se ha producido, a lo largo de millones de años, en la biosfera. Prueba de ello, se consideran como el mejor medio para datar un estrato. Al conjunto de estos restos fósiles se denomina “Registro fósil”.

Los científicos como Eldredge y Gould, argumentaron que el registro fósil, para que pueda ser efectivamente útil debería poseer algunas de las siguientes características como tener cantidades abundantes del organismo a estudiar, poseer fósiles con representantes vivos, para que las especies puedan ser identificadas claramente. Y finalmente, hace falta padecer un buen control estatigráfico, en términos de largas secuencias continuas de rocas sin huecos, abundantes fósiles y una buena datación. Según McAlester en su obra “La historia de la vida”, explica que hace unos 550 millones de años el registro fósil mostraba gran cantidad de evidencias que indiscutiblemente pertenecen a los ancestros de los animales actuales (Anguita, 1988)

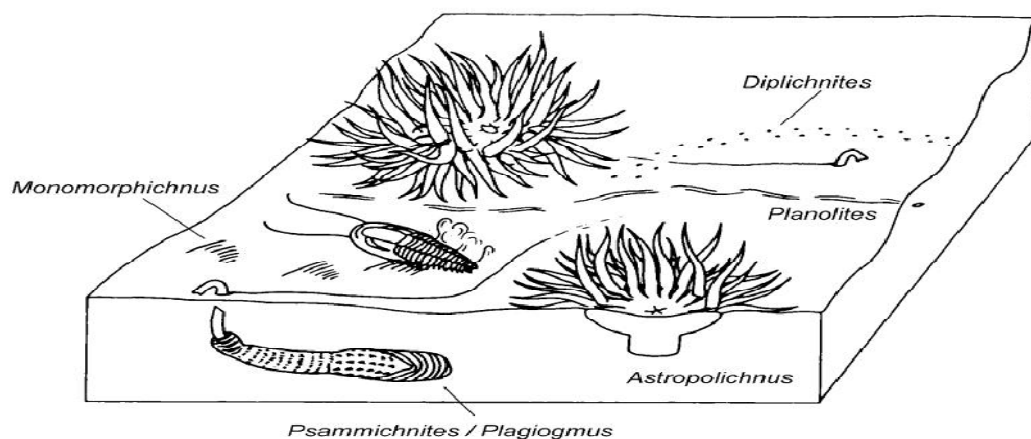


Fig. 1. Aparición de algunos animales al principio del Paleozoico (López, 2015).

De los cinco reinos de los seres vivos, el reino animal y en particular los artrópodos se adaptaron mejor al medio atmosférico. De hecho, este reino ha sido el único que presentó una mejor adaptación comparado con los cuatro restantes. Además, al ser animales cada vez más complejos, son los más afectados por las extinciones debido a la alta sensibilidad a las variaciones climáticas y geológicas de la Tierra sin olvidar la competencia por unos medios de subsistencia limitados. Sólo unas decenas de millones de años después, un grupo de artrópodos se adaptó al medio atmosférico. Desde este momento hasta hoy, los animales han ido mucho más lejos que los otros cuatro reinos en su capacidad de adaptación, aunque han sido también los organismos que más claramente han sufrido las grandes extinciones. En realidad, a través de su competencia por unos medios de subsistencia limitados, los mismos

animales se han convertido, junto con las variaciones climáticas y geológicas de la Tierra, en la causa básica de la extinción de otros animales (Anguita, 1988).

En su obra “Origen e Historia de la Tierra”, él explica que los seres bentónicos, se conserva un registro de organismos adecuado de organismos que viven en los fondos sumergidos marinos o lacustres. Con respecto a los seres microscópicos, el registro se considera peor y muy deficiente para los grandes vertebrados neotónicos, faunas continentales excepto para fluviales y lacustres. En relación con el registro de los vegetales terrestres, éste es pobre con respecto a la flora salvo los que poseen tejidos leñosos presentaron mejor registro.

Sin embargo, dicho registro tiene sus limitaciones. Según Fernández (2000), el registro fósil es parcial, está sesgado e incluso presenta desorden estratigráfico. Se considera parcial porque no contiene la totalidad de la información de los organismos existentes en el pasado. Se podría dar el ejemplo de los rangos estratigráficos de los taxones evidenciados en el registro fósil que sólo representarían una parte y una proporción desconocida de los intervalos de existencia de las correspondientes entidades paleobiológicas. El registro de los animales al carecer de evidencias fósiles en sus partes blandas o en su cuerpo blando, hace que no se aprecia una imagen real del animal extinto sino el retrato parcial y por consecuencia sesgado de éste en los distintos intervalos geológicos. Con respecto al orden estratigráfico, el registro fósil de algunos eventos paleontológicos presenta los mismos desordenes estratigráficos por estar cronológicamente desordenados (Flessa et al., 1993).

A pesar de las limitaciones que se han enumerado anteriormente, el registro fósil, es y seguirá siendo indudablemente el elemento más útil para estudiar los fenómenos de extinción, ya que contiene la información más importante para plantear y contrastar las causas que provocaron los sucesos de extinción (Fernández, 2000).

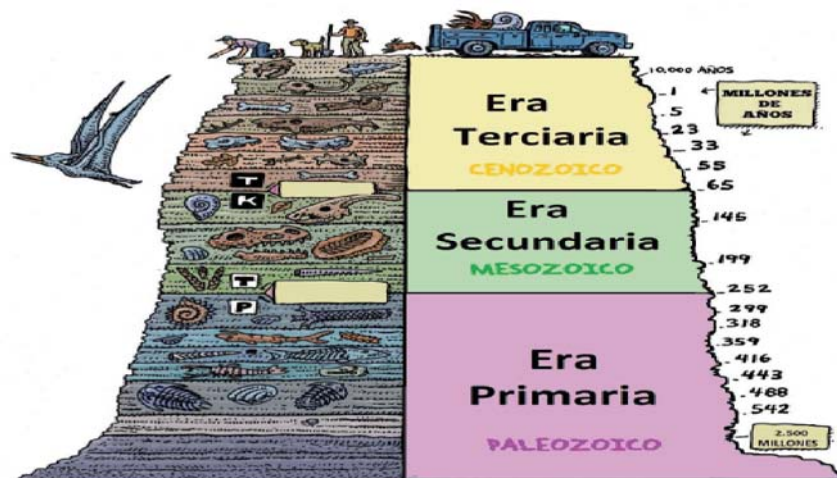


Fig. 2. Esquema explicativo del registro fósil del Eón Fanerozoico (Muñoz et al., 2015).

2. INTERPRETACIÓN DEL REGISTRO FÓSIL.

La interpretación del registro fósil fue uno de los desafíos que los científicos tuvieron que afrontar a finales del siglo XVIII y principios del XIX, cuando se trataba de enterrar las ideas basadas en el génesis que avalaba que el inicio del universo, la Tierra y la vida fue a través de un acto divino propiciado por un único Dios y que todo aquello fue creado en unos pocos días. Se llegó a interpretar mediante evidencias no científicas y basadas en cálculos de la vida de las principales figuras bíblicas que la Tierra tendrá unos miles de años de edad.

Algunos naturalistas del siglo XVIII y principios del XIX, como Georges Luis Leclerc (Buffon) y Georges Cuvier, pusieron de manifiesto la extinción de las especies biológicas en el registro fósil, dando lugar al paradigma catastrofista. Cuando aún no se disponía de suficientes datos científicos, los naturalistas influidos por sus ideas religiosas, creyeron que se habían producido varios eventos de extinción total de todos los organismos vivos (Molina, 2006).

Buffon y Cuvier, respectivamente en el siglo XVIII y principios del XIX detectaron la extinción de algunas especies biológicas gracias a un análisis del registro fósil considerándolo un paradigma catastrófico.

Como Fundador de la Anatomía comparada y de la Paleontología tras su famosa publicación “Reino animal distribuido a partir de su organización”, Cuvier consideraba que cualquier organismo tiene en común con los demás seres una estructura. Estas revelaciones fueron cruciales para ampliar el conocimiento de la Naturaleza. Cuvier, siendo partidario del “Creacionismo”, declaró que la “Teoría de los Cataclismos” avalada por las catástrofes a lo largo de la Historia de la Tierra conducían a la destrucción de la Fauna y Flora del momento.; y que posteriormente, la vida surgía de otras creaciones nuevas. Y fue debido a las bruscas pulsaciones que se notaban en el registro fósil que este pensamiento recibió el nombre de Catastrofista. Finalmente, estableció la realidad de la extinción, al interpretar la discontinuidad de la Fauna Antigua considerada como un pilar de la Paleontología (Benton y Harper, 2009). Él trabajó también con Smith, el naturalista que llegó a establecer el principio de “Sucesión Faunística”.

Cuvier negó firmemente las teorías gradualistas. Éstas surgieron unos años antes por quien se considera padre de la Geología moderna James Hutton cuando enunció sus primeras ideas sobre el uniformismo. Paralelamente, el paradigma catastrofista fue pronto sustituido por el paradigma uniformitarista, que acataba también el concepto de extinción debido a que de d’Orbigny, fundador de la Micropaleontología, propuso la existencia de 27 extinciones totales a lo largo de los últimos 600 millones de años. Estas ideas fueron abogadas formalmente por

naturalistas de gran prestigio reconocido en el siglo XIX como Lamarck, Lyell y Darwin (Molina, 1995).

Lyell estableció que los mecanismos relacionados con el gradualismo son cuatro: primero, la uniformidad de las leyes físicas que supone la invariabilidad en el espacio y tiempo; segundo, la uniformidad de los procesos; tercera, la uniformidad de ritmo y, por último, la uniformidad de las condiciones. Todas estas leyes suponen el mecanismo de funcionamiento de la Tierra (Anguita, 1988).

Por su parte, Darwin afirmó la desaparición gradual de las especies creyendo que la selección natural era suficiente para explicarla y atribuía los eventos de extinción masiva a las imperfecciones del registro fósil. Posteriormente se han encontrado una gran cantidad de nuevos fósiles en cortes continuos que manifiesta la imperfección del registro paleontológico detectando que éste no era tan completo y no permitía reconocer la totalidad de los distintos eventos de extinción en masa que se produjeron en el pasado (Molina, 1994).

Los detractores de ambas hipótesis, tanto catastrofista como gradualista, recurren a la “imperfección del registro fósil” declarando mantener sus postulados ante los datos paleontológicos (Álvarez, 1983).

Para los gradualistas más estrictos, en la historia del planeta, “nunca” sucede nada significativo. Pero a lo largo de la historia de la Tierra, con las evidencias Paleomagnéticas, o tectónica (colisiones, con las plataformas continentales), han demostrado la existencia de momentos geológicos especiales. Actualmente, los paleontólogos creen haber identificado en los fósiles alrededor del 60% de las especies y descubierto casi del 80% de los géneros y del 90% de las familias. Además, al estudiar la diversidad taxonómica se considera que la identificación de distintos taxones del mismo nivel taxonómico da distinto grado de dificultad (Martill, 1998).

Por otra parte, el Registro fósil demuestra la ocurrencia generalizada de estasis. En una revisión por Erwin y Anstey (1995) de 58 estudios publicados sobre patrones de especiación en el registro fósil, con organismos que van desde la radiolaria y la foraminífera hasta los amonitas y los mamíferos, y analizando las edades estratigráficas que van desde el Cámbrico hasta el Neógeno. Parece claro entonces que la estadística es común, algo que no se había predicho a partir de estudios genéticos modernos. Asimismo, los grupos de microfósiles, como los foraminíferos, los radiolarios y las diatomeas que, al ser unicelulares, muestran en común patrones graduales de evolución y especiación (Benton y Harper, 2009).

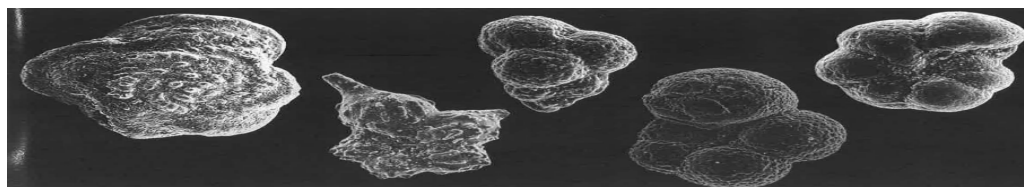


Fig. 3. Fotos de foraminíferos planctónicos de la Era mesozoica y cenozoica con microscopio electrónico (Molina, 1997).

3. EDAD DE LA TIERRA.

A pesar de las corrientes antagonistas, a lo largo de la Historia, los científicos han intentado darle una edad al planeta.

Tabla 1. *Distintas concepciones sobre la Tierra y su Edad.*

Fechas claves	Autores e ideas sobre la
Siglo IV A.C	Aniximandro, filósofo de la Antigua Grecia, pensaba que la Tierra era cilíndrica, pasaba por periodos fríos y húmedos y en ese momento transitaba por un proceso de pérdida de humedad. Este autor, no intentó datar la Tierra. Jenófanes, interpretó las capas del Registro fósil, como una variación en el nivel de mar.
Siglo XVII	El arzobispo Ussher, basado en datos de la biblia le atribuye a la Tierra 6000 años de edad y que pasó por acontecimientos catastróficos como ha podido ser el diluvio universal.
1669	Niels Stensen conocido como “Steno” introduce la idea de la superposición de los estratos
1705	Robert Hooke interpreta los fósiles como restos que ayudan a reconstruir la Historia de la Tierra
1779	Le Compte de Bouffon predijo que la edad de la Tierra es de 75000 años introduce la idea de uniformismo
1788	Jame Hutton introduce la idea de uniformismo, debido a que la Tierra es muy antigua
1833	Charles Lyell con su obra “principios de Geología” afianza el uniformismo, al constatar que los volcanes proporcionan información, acerca de la posible antigüedad de la Tierra.
1868	John Philip dató en cerca de 96 Millones de años la Tierra.
1868	Lord Kelvin da una aproximación de la Edad de la Tierra de 100 millones de años
1882	Sir Archibald Geikie resumió la doctrina uniformista en “El presente es la clave del pasado”
1899	John Joly se basa en la cantidad de sal de los océanos para darle entre 80 y 90 millones de años a la Tierra
1907	Ernest Rutherford sugirió utilizar la radioactividad para datar los minerales de las rocas.

1912	Alfred Wegener empezó a exponer los primeros pensamientos sobre su teoría de la “deriva continental” y 3 años más tarde publicó su obra “El origen de los continentes y los océanos” donde el movimiento aparece de forma científica
1970	Hooykaas propone el término “método actualista” en lugar del sistema estático que propuso Lyell que más adelante se conoció como el “neocatastrofismo”
2010	John Rudge, científico de la Universidad de Cambridge, calculo la edad de la Tierra en unos 4537 millones de años

Fuente: Elaboración propia basada en varias lecturas.

En los procesos geológicos se habla de dataciones relativas y numéricas. Y poder conocer la edad de la Tierra, ha sido posible gracias tanto a la información que aportaron los fósiles con la datación relativa, como con la datación numérica que utiliza los isótopos radiactivos para una datación de la roca más precisa. De hecho, no fue hasta el siglo XX cuando se utilizó la radioactividad para datar minerales. Así, calculando la proporción entre la cantidad de los elementos radioactivos que hay dentro del mineral y las sustancias derivadas, es decir, entre elemento padre e hijo, y sabiendo cuánto tarda este elemento en desintegrarse, se calcula cuando este mineral se formó (Dercourt et al., 2006).

Según ellos, para la datación mediante radiactividad, los isótopos deben reunir una de las siguientes premisas: ser un elemento común, que su vida media o su periodo de semi-desintegración no sea ni demasiado grande, ni demasiado pequeño o que el elemento hijo sea distinguible del medio natural en el que se encuentra. Para el cálculo de la edad media de la roca, se hace una media de las estimaciones usando varios de estos isótopos radioactivos. El método empleado por excelencia es el del U_{238}/U_{235} . Gracias a esto, además de medir las proporciones de los elementos radioactivos, se determina la edad de los elementos padre e hijo y así se puede estimar la antigüedad de la Tierra y de la vida en ella.

En resumen, una vez ordenadas todas las capas de roca con los fósiles correspondiente se llega a una escala cronoestratigráfica (o unidad de tiempo relativa). Directamente quedaría atribuirle una antigüedad más precisa y teniendo la información proporcionada de los radioisótopos de las propiedades físicas de las rocas, se llega a la datación numérica. Dicha datación asume una escala del transcurso del tiempo cuya unidad es el millón de año llamada escala numérica. Gracias a la combinación de ambas escalas, se ha llegado a la Tabla Cronoestratigráfica internacional. La primera fue oficialmente presentada en la década de los 70, e incluye unidades temporales y territoriales, todo un universo de escalas diferentes, que tienden a juntarse puntualmente en los “momentos” críticos” (Reboratti, 2001).

Su importancia reside en que presenta los acontecimientos más importantes de la Historia de la Tierra y de la vida en ella siguiendo un orden cronológico. Así, los geofísicos han llegado a datar los elementos padre e hijo y así pudieron determinar la edad de la tierra hace 4600 millones de años o que la vida en la Tierra llevaría 3500 millones de años.

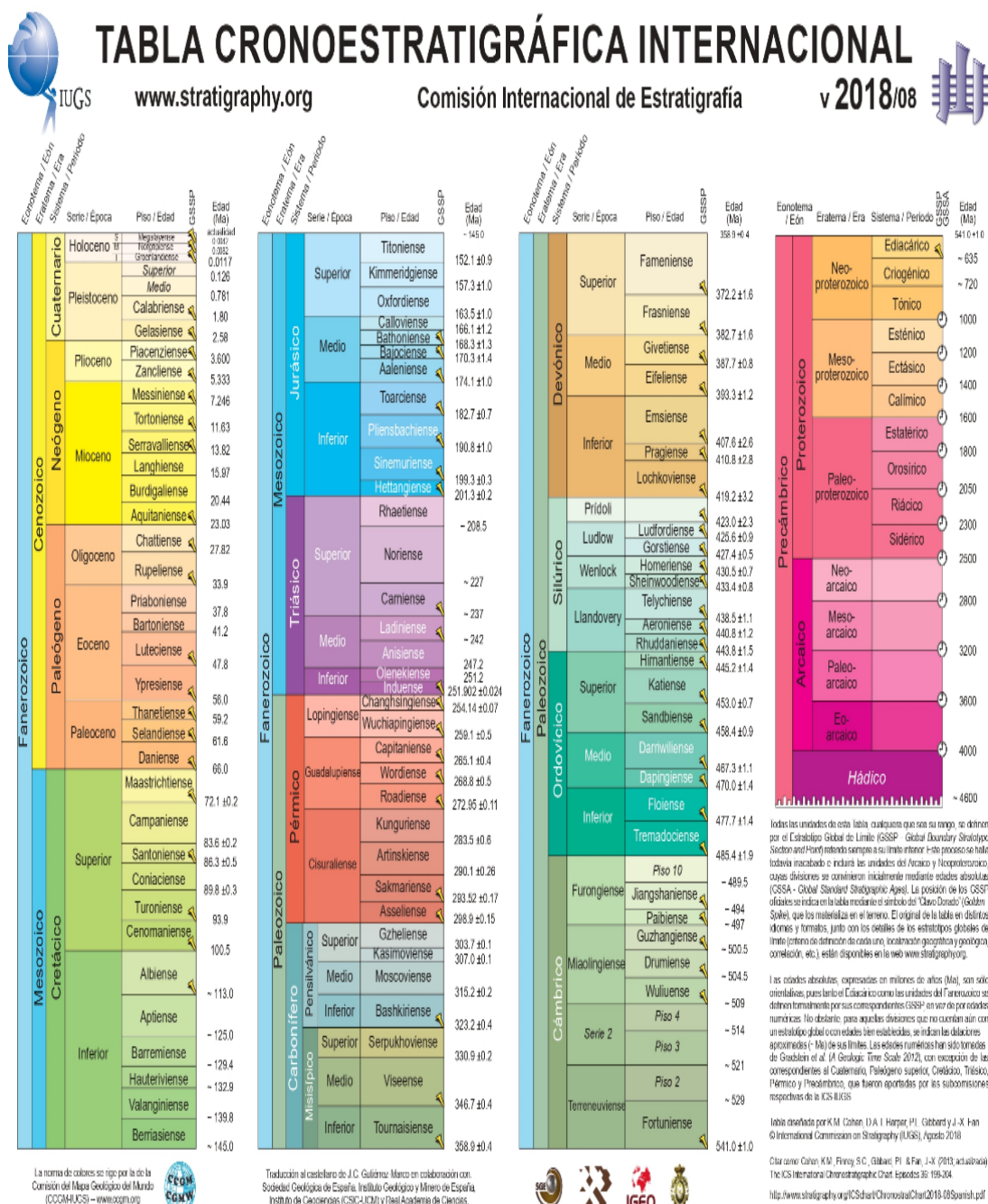


Fig. 4. La Tabla Cronoestratigráfica internacional el Estratotipo Global de Límite (GSSP - Global Boundary Stratotype. Section and Point).

Todas las unidades de la Escala del Tiempo Geológico se basan en unidades físicas de roca, sucesiones características de rocas sedimentarias con una distribución

global que registran gran parte de la historia de la Tierra y que constituyen las unidades de la Tabla Cronoestratigráfica Internacional, que son a su vez las que sirven de base para definir las unidades de la Escala del Tiempo Geológico (Finney, 2015).

4. LA VIDA EN LA TIERRA.

Las primeras poblaciones del planeta han tenido que ser los microorganismos de composición simple y primitiva anaerobios y procariontes por las condiciones climáticas hostiles de la Tierra primitiva. Por el registro fósil, se han podido tener evidencias de que la vida más antigua empezó con las cianobacterias, luego por unas estructuras que crecen adheridas al sustrato encontrado en las rocas aparecieron los “estromatolitos”. Estos seres han dejado huella desde el Precámbrico hace 3500 millones e años y su variedad biológica es un indicador de las condiciones ambientales donde se han desarrollado. A pesar de existir desde los tiempos Proterozoicos, los estromatolitos son de los pocos organismos que han mantenido su línea evolutiva en todos los tiempos geológicos atravesando todas las eras del Fanerozoico, desde el Cámbrico hasta la Era actual (Beraldi, 2019).



Fig. 5. Caliza con estromatolitos formada en un ambiente sedimentario litoral. (Rodríguez y Sanz, 2015).

El Cámbrico se considera el primer periodo donde empezaron a aparecer y conocerse los restos fósiles tal y como se conocen hoy en día y esto es debido a que los animales empezaron a tener caparazones, restos esqueléticos susceptibles de fosilizar.

Este periodo arrancó hace 541 millones de años con la eclosión cámbrica cuando aparecieron miles de especies acuáticas y cuando la vida se podría describir como marina y primitiva y cuyos ecosistemas eran relativamente simples.

Los seres vivos que dominaban la zona hicieron crecer la cantidad de oxígeno en el mar y favorecer así la aparición de seres vivos todavía más complejos y más adaptados. De hecho, algunos científicos consideran que casi todos los grupos de animales que existen hoy en día se desarrollaron durante los primeros 140 millones de años del Cámbrico donde ciertas especies empezaron a tener ciertas adaptaciones.

El siguiente periodo, el Ordovícico, fue testigo de una biodiversidad marina sin precedente, conocido como “el Gran Evento de Biodiversificación de Ordovícico” (Harper, 2006) donde la vida continuó su desarrollo tanto en el seno y superficie del agua como en el fondo marino. Convivían artrópodos, moluscos y los peces primitivos. Y como consecuencia de los eventos geológicos, la subida de la concentración en oxígeno en los mares tuvo una repercusión para los seres vivos. Durante el Silúrico, la vida arrancó en la superficie de la tierra con la aparecieron las primeras plantas. Se habla de un clima más cálido y los peces eran los seres vivos que se apoderaron de los mares.

Al comienzo del período Devónico, afloraron los primeros bosques de gimnospermas primitivas llegando a un cambio de la atmosfera de la época. El desplazamiento del Gondwana llevó a la creación de nuevos ecosistemas. Asimismo, la vida siguió después con el Carbonífero donde aparecieron los anfibios, los reptiles que son formas de vida más compleja y se diversificaron. Surgieron los grandes bosques y se expandieron por todo el planeta. En el Pérmico, la totalidad de los seres vivos terrestres convivían en el único continente llamado Pangea y que se caracterizó por climas extremos de sequía y calor. Así transcurrió la vida los 50 millones de años que duró este periodo hasta que llegó la crisis más devastadora que conoció la Tierra en su historia.



Fig. 6. Fósiles del Paleozoico. Fuente: Yinan Chen [Public Domain] (1)

En la siguiente Era, aparecieron las Aves, las plantas con flores los “Angiospermas” en las plataformas terrestres y los dinosaurios se adaptaron, evolucionaron y se diversificaron y se hicieron dueños de la Tierra pero que al final del Cretácico dejaron el campo libre a los mamíferos para diversificarse y evolucionar hasta la aparición de los Homínidos en el Cuaternario y posteriormente al Homo Sapiens Sapiens, el Hombre actual en la última forma de la evolución.

El proceso de diversificación vino determinado por la evolución de los organismos, la cual estuvo jalonada por desapariciones de especies, de forma más o menos aislada o conjuntamente con otras muchas especies, lo que se ha denominado extinciones masivas. Evolución y extinción de organismos y el propio proceso de fosilización han determinado la configuración actual del registro fósil. Fernández (2010), afirma que el registro fósil contiene la información más relevante para formular hipótesis fundamentadas y contrastables respecto a los eventos de extinción biológica ocurridos en la biosfera durante la historia de la Tierra.

Dicho registro proporciona información tafonómica, paleobiológica y biocronológica, entre otras. La tafonomía es la parte de la ciencia que examina los cambios experimentados durante el proceso de fosilización. A partir del estudio de los fósiles se llega a deducir caracteres paleobiológicos entre otras la morfología de los organismos y la estructura de las poblaciones. Conjuntamente, la información biocronológica examina las relaciones espacio-temporales entre los fósiles y las entidades biológicas del pasado. De este modo, se puede conocer el orden cronológico de origen y extinción de los taxones sucesivos. A pesar de todo ello, estas propiedades del registro fósil no disminuyen la utilidad de los datos paleontológicos para identificar

e interpretar los sucesivos eventos de extinción de hecho, es la única información disponible sobre los taxones extinguidos y su orden de sucesión (Fernández, 2000).

4.1. EXTINCCIONES DE ORGANISMOS.

Las extinciones se consideran fenómenos naturales que transcurren de manera continua y a lo largo del tiempo. De hecho, los científicos asumen que las especies duran naturalmente desde unos miles a unos pocos millones de años. No obstante, en cualquier instante de la línea temporal, hasta el 5-10% de las especies pueden aparecer/desaparecer cada millón de años (Anguita, 1988).

Según Benton y Harper (2009), la extinción más espectacular se conoce como "extinción masiva" y ha habido unas 5 extinciones en masa a lo largo de la Historia de la vida en la Tierra, sin embargo, hubo muchos eventos de extinción, pérdidas a pequeña escala de especies de una región en particular o especies que comparten un ecosistema en particular que no llegan a ser extinciones en masa.

Una extinción masiva se considera el aspecto más importante en la Paleontología, por ser unos de los temas más atractivos, polémicos, inusuales y fruto de multitudes de investigaciones sobre la Historiad de la Tierra y de la vida. (Fernández, 2010). De hecho, toda extinción en masa tiene en común ciertas características sin embargo difieren. Según Benton y Harper (2009), las características compartidas de las extinciones en masa son las siguientes:

- 1- La extinción de un número considerable de especies, alrededor del 30% de las plantas o animales del periodo de tiempo estudiado.
- 2- Los seres extintos incluyen una extensa variedad ecológica incluyendo formas marinas y terrestres y evidentemente de los 5 reinos.
- 3- Las extinciones son a escala global, es decir comprende tanto la vida en los continentes como en las cuencas oceánicas.
- 4- Cada una de las extinciones ocurrió en un periodo de tiempo relativamente corto debido a una única causa o más bien a causas interconectadas.
- 5- El nivel de extinción en masa destaca por ser tu tasa más alta que el nivel de extinción de la capa posterior.

Según ambos autores, es difícil proyectar estas características en los escenarios de extinción reales con gran precisión ya que cada extinción masiva parece haber sido única y por otro lado, porque a veces se tiene que precisar exactamente el momento y la escala de los eventos.

El estudio serio de la extinción masiva es un informe relativamente nuevo presentado desde principios de los años 1980, a raíz de la teoría del impacto del asteroide del Chixchulub que acabó la era Mesozoica (Molina, 2006). Desde entonces, las extinciones en masa fascinan, no sólo a los paleontólogos sino a un público muy amplio e investigador que quiere entender las diferentes extinciones, las causas de las catástrofes ambientales como sus consecuentes.

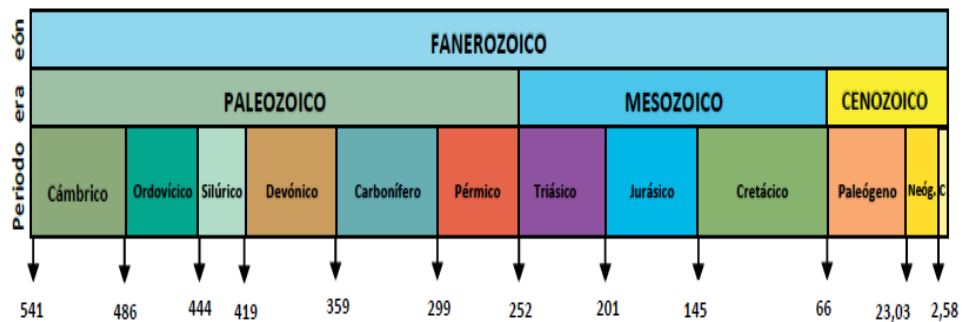


Fig. 7. Los diferentes periodos y Eras en el Eón Fanerozoico. Fuente. Elaboración propia.

4.2. TIPOS DE EXTINCIONES.

Según Molina (1995), los tipos de extinciones más importantes son:

- La extinción de fondo: es una crisis que tiene lugar de forma aleatoria con una tasa constante de pérdida en todos los seres vivos a lo largo del tiempo manteniendo o no el número de especímenes. De hecho, la extinción de fondo gradual está condicionada por factores de tipo biológico, como por ejemplo las competencias entre especies y el endemismo que implicarían una intervención decisiva de la selección natural.
- La extinción masiva: es una gran crisis biológica brusca a escala geológica que aniquilaría un número importante de organismos que podrían ser incluso muy variados. Los responsables podrían ser: el cambio de temperatura, el cambio del nivel del mar, considerados como acontecimientos geológicos. También abarcaría el vulcanismo cuyo resultado es una aceleración evidente de la crisis.
- La extinción masiva catastrófica: es la que se produce de forma instantánea en cuanto a duración y a escala global y cuya causa se puede atribuir a eventos extraordinarios de tipo extraterrestres. Se considera la magnitud y la brusquedad como factores claves para definir este tipo de extinción.

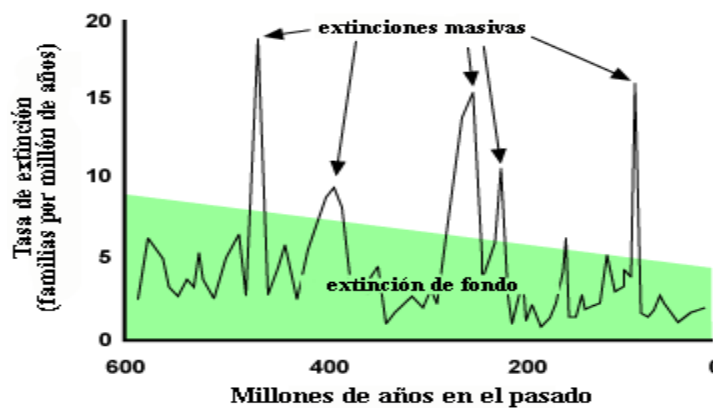


Fig. 8. Curva comparativa de una extinción de fondo y una extinción de masa (2).

4.3. LAS GRANDES EXTINCIONES MASIVAS Y SUS CARACTERÍSTICAS.

De manera unánime, los científicos aceptan que han tenido lugar "cinco grandes" extinciones en masa desde el Fanerozoico. Sin embargo, actualmente, se está refiriendo a una posible nueva extinción. Se trata de la crisis de extinción en la que está sumergida la Tierra hoy. Los paleontólogos se refieren a ella como la "sexta extinción". Los principales motivos de las sucesivas crisis de la vida en la Tierra se estudiarán con el fin de entender los principales contendientes de la causa o posibles causas de las mayores extinciones del planeta gracias a los métodos de datación cada vez más sofisticados para entender las "Cinco Grandes". La herramienta que rastrea las crisis es el registro geológico de las extinciones en orden crono-estratigráfico (Bond y Grasby, 2017).

Según Bambach et al., (2004), la idea de que las extinciones masivas se enfatizan "como una clase de eventos separada del rango de las extinciones "normales" o "antecedentes" que caracterizan la mayor parte del registro geológico" se originó con el trabajo de Norman Newell (1962, 1963, 1967) y se afianzó a través del análisis cuantitativo de Raup y Sepkoski (1982). Estos cinco intervalos son: "el Ashgillian al final del Ordovícico (I), el Frasniano tardío en el Devónico Tardío (II), el Djuhulfian al final del Pérmico (III), el Noriano/Rético tardío al final del Triásico (IV) y el Maastrichtiano al final del Cretácico (V)". A continuación, se definen los aspectos más generales de cada una:

I) Hace 444 millones de años ocurrió la primera extinción en masa entre el Ordovícico y Silúrico asociado a la aparición de un período glacial afectando a los hábitats marinos por la variación del nivel del mar. Algunos científicos como Melott et al. (2004) consideran que desaparecieron el 60% de todos los seres vivos de la Tierra.

Posteriormente, tuvo lugar una glaciación como consecuencia de una destrucción del ozono por los rayos gamma.

II) Hace 360 millones de años durante la transición Devónico-Carbonífero desaparecieron el 70% de las especies, la crisis perduró aproximadamente tres millones de años (Minetti, et al, 2010).

III) Hace 251 millones de años, entre el período Pérmico-Triásico, desaparecieron el 95% de las especies marinas, el 53% de las familias biológicas marinas, el 84% de los géneros marinos y el 70% de las especies terrestres incluyendo plantas, insectos y vertebrados; para la mayor crisis de la vida en la Tierra (Minetti, et al, 2010).

IV) Hace 200 millones de años durante la transición Triásico-Jurásico desaparecieron el 75% de las especies en una la crisis de la vida que perduró aproximadamente 20 millones de años.

V) Hace 65 millones de años, la crisis del Cretácico-Terciario implicó la pérdida del 75% de todas las especies, incluyendo a todos los dinosaurios no avianos.

El estudio liderado por Bambach (2004) concluyó calificar estos eventos de “agotamientos masivos de la diversidad”. Asimismo, explicaron que la pérdida de la diversidad en los intervalos final Ordovícico, final-Pérmico y final-Cretáceo resultó exclusivamente de una extinción elevada. Las magnitudes de extinción de estos tres intervalos son estadísticamente diferentes de las magnitudes de extinción en sus barrios estratigráficos; pueden ser considerados como extinciones masivas globales "verdaderas".

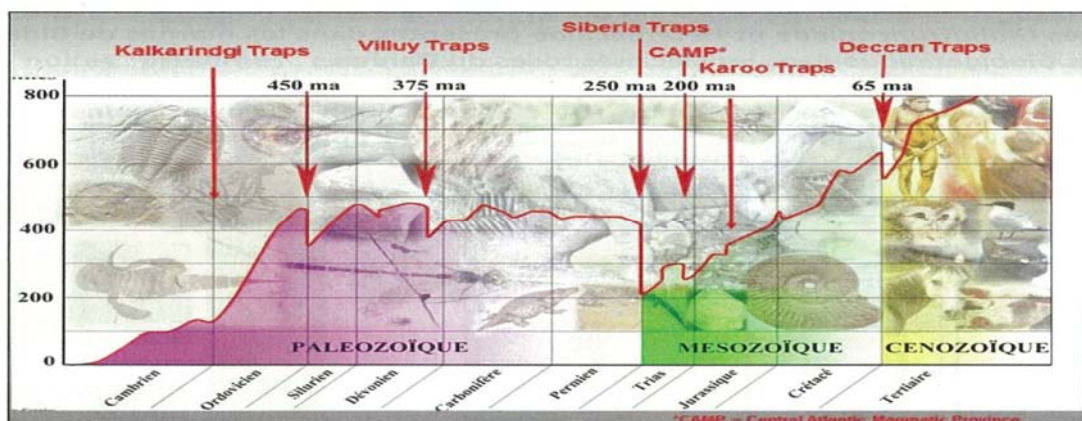


Fig. 9. Esquema de los animales más característicos de cada Era y Periodo del Fanerozoico y las cinco extinciones en masa (en flecha roja) indicando su posible causa volcánica (3).

4.3.1. Evidencias empíricas de las extinciones masivas.

La vida en la Tierra se caracteriza por la pérdida de aproximadamente del 99% de los seres vivos que han vivido y evolucionado en ella durante los últimos 3.5 mil millones de años (Novacek, 2001). Es una evidencia que muestra lo común que es el fenómeno de extinción supuestamente equilibrado por la “especiación”. El equilibrio oscila de tal manera que, en varias ocasiones en la Historia de la vida, las tasas de extinción parecen algo elevadas (cálculo según la técnica analítica empleada), por encima del nivel de fondo que varía y sólo 5 veces se califican de extinción masiva (Jablonski, 1994).

Se define la tasa de extinción como el número de extinciones dividido por el tiempo durante el cual se produjeron las pérdidas. Además, se puede derivar de esta tasa proporcional, la fracción de especies que se han extinguido por unidad de tiempo (Barnosky et al., 2011). En épocas de extinción de fondo normal, los taxones que sufren la extinción con mayor frecuencia se caracterizan por rangos geográficos pequeños y baja abundancia de población. Sin embargo, en tiempos de extinción masiva, las reglas de selectividad de extinción pueden cambiar notablemente, por lo que los taxones extensos y abundantes también se extinguen. Indudablemente, aquellos animales “grandes” y o pertenecientes a algunos grupos filogenéticos pueden ser particularmente afectados (Jablonski, 2008).

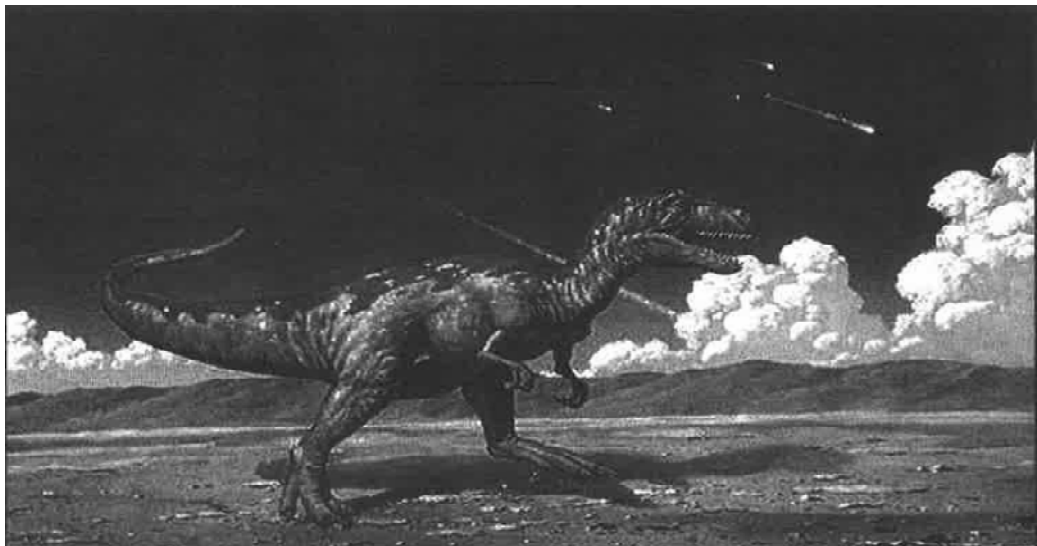


Fig. 10. Imagen de un dinosaurio durante a finales del Cretácico.

En su estudio, Barnosky y sus colaboradores (2011), reflejan que el fenómeno de extinción involucra dos parámetros métricos diferentes, pero profundamente vinculados: la velocidad y la magnitud. La magnitud se define como el porcentaje de especies que se han extinguido. Ahora bien, en las extinciones en masa, se diagnostica originalmente por la frecuencia de extinción: el ritmo de la extinción parecía ser

significativamente más rápido que la extinción de fondo. Según ellos, las características comunes de las extinciones masivas sugieren que las sinergias clave pueden incluir dinámicas climáticas inusuales, composición atmosférica y factores ecológicos estresantes de intensidad anormalmente alta que afectan negativamente a muchos linajes diferentes.

4.3.2. La extinción masiva del Ordovícico tardío.

La primera extinción de los “cinco grandes” ocurrió hace 440 millones de años. Esta devastadora crisis eliminó casi el 86% de las especies, 57% de los géneros y 27% de las familias de invertebrados de animales marinos (Pardo et al., 2011). Como resultado directo, los Ortocéridos y Didymograptos desaparecieron. Los Braquiópodos, Briozoo, así como los seres bentónicos como los trilobites y los bracteolites, se vieron perjudicados. Sin embargo, de esta crisis del Ordovícico salieron organismos beneficiados como los vertebrados, peces con y sin mandíbula (Sheeha, 2001).

4.3.3. La crisis del Frasniano tardío en el Devónico tardío.

Este periodo acabó con una extinción en masa que aniquiló al 70% de las especies, 55% de los géneros, afectando selectivamente a la vida marina debido al desarrollo de anoxia en el océano (Pardo et al., 2011). Por otro lado, la aparición de las plantas terrestres, dio comienzo a la modificación tanto del ciclo del carbono como de la temperatura. Esta crisis, tuvo dos fases, la fase Frasnense –Fameniense, y la crisis Faminiense Misisipiense; que son pisos en los que se subdivide el Devónico superior, si bien el Missipiense pertenece ya al Carbonífero. Por ello, la segunda fase marca claramente el tránsito Devónico-Carbonífero.

Se vieron afectadas principalmente las especies marinas que vivían en las zonas templadas donde proliferaban los corales. Los arrecifes coralinos que se perdieron en esta crisis, no se recuperaron del todo hasta más tarde en la Era Mesozoica. Además, resultaron afectados muchos grupos de animales marinos de la fauna bentónica como los trilobites. Se beneficiaron de esta crisis ciertos peces, los anfibios y los tetrápodos (Pardo et al., 2011).

4.3.4. La mayor crisis de la vida en la Tierra: el Dzhulfian al final del Pérmico.

Fue precisamente al final del Pérmico, hace 252 millones de años cuando pasó la “gran mortandad”: una extinción en masa que duró 50 000 años donde se calculó una pérdida del 96% de las especies, 83% de los géneros. La Tierra conoció su primera gran crisis y la vida estuvo a punto de esfumarse. En esta crisis, desaparecieron el 95% de las especies marinas y en el único continente “Pangea” se extinguieron los seres vivos que tenían un sistema respiratorio poco eficiente. Se trata de una desestabilización a escala global del ciclo del carbono y del planeta en general (Bond y Graspy, 2017).

Como consecuencia, el descenso del nivel del pH aniquiló a la mayoría de los invertebrados marinos, los corales rugosos perecieron, los Trilobites además de los escorpiones marinos o *eurypteridos* e hizo desaparecer los tiburones espinosos. Simultáneamente, los seres vivos terrestres se encontraron muy perjudicados con el envenenamiento de la Atmósfera: tanto los bosques de coníferos como la mayor parte de los insectos desaparecieron, así como una las megas faunas de los reptiles de sangre fría terminando el dominio de los reptiles terápsidos. Los sobrevivientes a esta extinción en masa fueron los arcosaurios y en general las faunas del desierto por su capacidad a aguantar condiciones climáticas extremas (Pardo et al., 2011).

La era paleozoica que empezó con una explosión de la vida acabó en un escenario apocalíptico que los científicos califican como la “gran mortandad”. La siguiente Era es la Mesozoica con sus 3 periodos: Triásico, Jurásico, Cretácico marcados por la extinción mejor documentada, la del Cretácico-Paleógeno. Y después de esta gran extinción, quienes sobrevivieron se diversificaron, como respuesta a una reacción adaptativa.

4.3.5. La crisis de final del Triásico.

De los seres vivos se perdieron 76% de las especies, y el 48% de los géneros. Desaparecieron los grandes anfibios y los Conodontos. También se vieron perjudicados un gran número de vertebrados terrestres dando lugar a una posterior diversificación por los dinosaurios en el Jurásico y las comunidades de arrecifes conocieron su peor crisis siendo más severa para los corales escleractinarios (Flügel, 2002).

4.3.6. La última catástrofe del Cretácico- Paleógeno (K-Pg).

Las características clave de la extinción son las pérdidas de alrededor del 75% de las especies y el 40% de los géneros incluyendo aves, serpientes. En los océanos, todos los niveles de la pirámide trófica se vieron afectados por el resto de plesiosaurios y mosasaurios y varios grupos de peces. Se eliminaron varios grupos de moluscos de larga vida, incluidos los ammonites y belemnites, y los bivalvos rudistas, excepcionalmente diversos y que construyen arrecifes (Bond y Graspy, 2017).

4.4 PRINCIPALES CAUSAS DE LAS EXTINCIONES MASIVAS: VULCANISMO FISURAL E IMPACTOS DE BÓLIDOS EXTRATERRESTRES.

Las dos principales causas con más apoyos por parte de los científicos para explicar las extinciones masivas catastróficas son indudablemente el vulcanismo masivo de las Trampas y los impactos de cuerpos extraterrestres. Para ello, el estudio minucioso del registro geológico como los potenciales efectos se analizarán para dos extinciones en particular: la extinción del Pérmico-Triásico (P-T) y la extinción del

Cretácico-Paleógeno (K-Pg). Según Pardo y sus colaboradores (2011), si se comparan los efectos ambientales de los dos fenómenos, la similitud entre los efectos ambientales es evidente. Tanto del impacto de los bólidos extraterrestres como de las erupciones volcánicas se inyectan polvo, cenizas, gases y aerosoles en la troposfera y estratosfera siendo elementos capaces de provocar cambios ambientales globales y, en ciertas medidas, extinciones que pueden llegar a masivas.

4.4.1 Eventos cósmicos.

Se han atribuido las causas cósmicas de impacto de bólidos extraterrestre como potencial explicación a más de una extinción masiva. Se habla de estructura de impacto asociada a tres de “las cinco grandes”, como el anillo de Siljan para explicar la crisis del Devónico, el impacto de Bedout o Wilkes Land para explicar la extinción Pérmico-Triásico e indudablemente el impacto de Chicxulub en la Península de Yucatán en México, responsable de la última extinción del fin del Cretácico ha sido el mejor estudiado y geológicamente mejor documentado y que se explicará en detalle en más adelante. Los eventos cósmicos son la primera explicación de las extinciones masivas catastróficas.

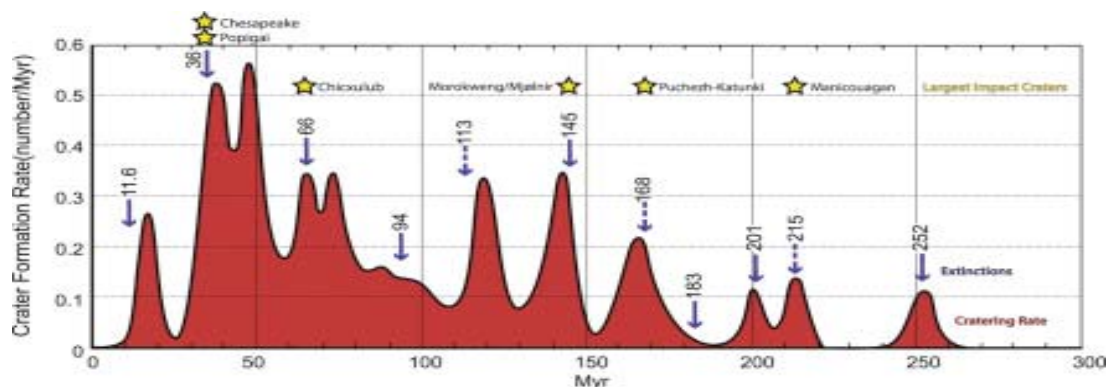


Fig. 11. Magnitud de extinción del género a través del Fanerozoico y la edad y nombre de las supuestas estructuras de impacto responsable de eventos de extinciones masivas (Rampino y Caldeira, 2017).

Según Molina (1995), los meteoritos tienen una serie de consecuencias alrededor del punto de impacto. En el caso de extinción en masa del K-Pg, el cráter fue identificado en la península de Yucatán por Hildebrand y sus colaboradores en 1991. En el mismo año, en Beloc (Haití), otro grupo de investigadores liderados por Sigurdsson han identificado los cuarzos de choque, espinales de Níquel, nanodiamantes y microtectitas. Otras evidencias fueron descubiertas que mencionó Robertson en su trabajo (Robertson et al, 2013): las esférulas de vidrio que son

definidas como esferas de vidrio generadas en el viaje por la atmósfera, ida y vuelta, de gotas más o menos grandes de material fundido en el impacto.

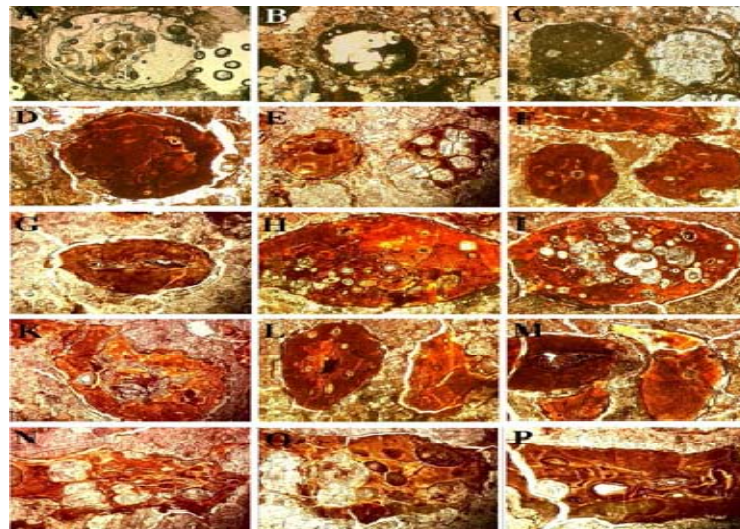


Fig. 12. Fotomicrografías de microtectitas de Chicxulub. Fotografía: Gerta Keller y Thierry Adatte (Pardo et al., 2011).

Además, como consecuencia a la colisión se pueden generar una serie de sucesos que podrían ser incendios, la ruptura de las plataformas marinas dando lugar a “tsunamis” que dejan depósitos en forma de capas en las proximidades del impacto, así como otras evidencias sedimentarias en esa zona.

Jan Smit y sus colaboradores, propusieron en 1992 la *hipótesis del megatsunami* para explicar estas dos observaciones a partir de la teoría del impacto meteorítico. Según Smit et al., (1992), los “megatsunami” se explican por la presencia de arenisca laminada que se encontró por la zona de colisión por el impacto de Chicxulub y justo posteriormente se depositaría el iridio que delimita la extinción del K/Pg en el planeta.

Ciertamente, la última evidencia ya mencionada es la anomalía del Iridio y el empobrecimiento en tierras raras de la capa de arcilla de finales del Cretácico que fueron primero descubiertas en Gubbio (Italia) por Álvarez y sus colaboradores y que después se descubrieron más puntos anómalos a escala global tanto en los continentes como en los sondeos del fondo marino que atraviesan la capa de sedimento y llegan al límite K-Pg (Pardo et al., 2011).



Fig. 13. Earth Impact Database, 2019 (4).

Sin embargo, la edad del impacto de Chixulub está siendo criticada. Según Keller y sus colaboradores (2012), la eyección de esferas de vidrio de impacto estratigráficamente más antigua documentada en México y Texas es anterior a la extinción masiva en 100-150 mil años. Además, en otras partes del Atlántico norte, hay un patrón consistente de las esférulas de impacto reelaboradas en los primeros sedimentos del Daniense y sobre una importante discordancia del K-Pg. Esto indica que el impacto de Chicxulub es anterior al límite K-Pg y no causó la extinción masiva.

Los intentos de apreciar el impacto de un meteorito han sido improductivos. La mayoría de los científicos abogan la causa de las erupciones volcánicas.

Las hipótesis del impacto meteorítico y del megatsunami hace volver la polémica entre los defensores del *catastrofismo* que lideró Georges Cuvier y del *gradualismo* de James Hutton, los dos extremos que han marcado la Geología moderna. El resultado del análisis de las posibles causas de extinción del K/Pg ha sido cerrado debido a que no todos los micropaleontólogos interpretan que la arcilla con iridio coincide con la extinción masiva de foraminíferos planctónicos (Pardo et al., 2011).

4.4.2 Vulcanismo fisural

La tectónica de placas aporta el marco teórico que permite entender, el emplazamiento y el comportamiento de los volcanes como uno de los raros fenómenos geológicos que se podría apreciar en un tiempo corto (López y Cebriá, 2015).

El vulcanismo es una de las grandes fuerzas modeladoras tanto de la superficie terrestre como de la vida a lo largo de la historia geológica. La mayor de todas las extinciones masiva, fue provocada por la actividad volcánica intensa. Tanto los gases como las cenizas introducidos en la atmósfera durante la erupción podrían ser los responsables del daño en la red trófica del planeta. De hecho, el dióxido de carbono (CO₂) inyectado a la estratosfera está al origen de la alteración climática al aumentar la temperatura global de la Tierra por el efecto invernadero. Sin embargo, los demás gases como el dióxido de sulfuro (SO₂), el ácido clorhídrico (HCl) y el ácido fluorhídrico (HF) son responsables del enfriamiento global y capaces de destruir la capa de ozono provocando tanto falta de radiación solar y lluvia ácida que tiene que afectó la vida en el planeta (Pardo, 2011).

➤ Trampas del Deccan

Se trata de una erupción fisural, que fractura la corteza terrestre y arroja lava a medida que el suelo se separa. La fragmentación del único continente Pangea tuvo como consecuencia la aparición de un número importantes volcanes por todo el planeta. Sin embargo, la actividad de las Trampas Deccan tuvo lugar cuando se vivió una crisis biótica marcando el final de la Era Mesozoica, coincidiendo con la colisión de un meteorito (Bond y Graspy, 2017).

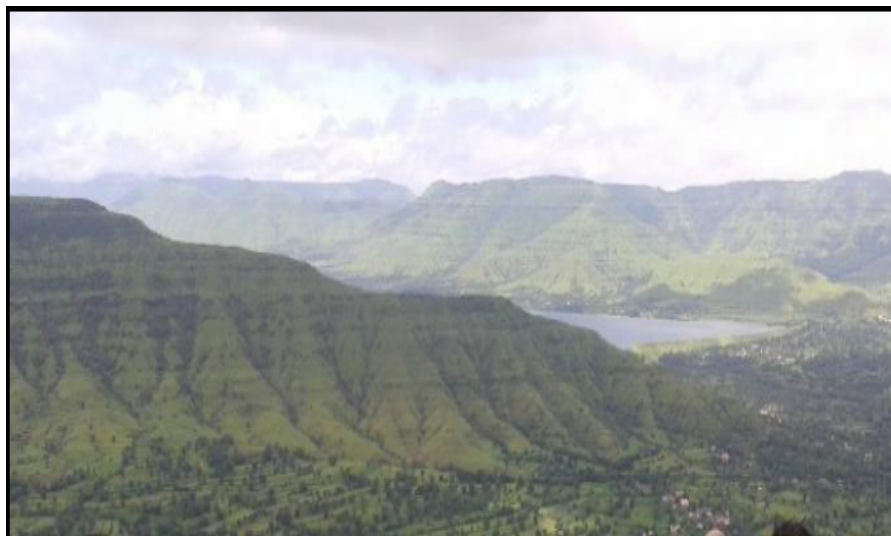


Fig. 14. Vistas de las Trampas del Deccan en la India. Foto: Chris King (Earth Learning Idea).

Mientras la hipótesis del impacto del meteorito por la anomalía del Iridio cogía fuerzas y popularidad, un grupo de científicos presentó al vulcanismo del Deccan en la India como actor y responsable de la extinción del Cretácico/Paleógeno (Pardo et al., 2011). Según McLean (1985), las trampas del Deccan han creado un desastre medio-ambiental susceptible de acabar con la fauna marina y terrestre una extinción masiva ya es un vulcanismo “mantélico” debido a que su magma provenía de las zonas más

interiores del manto terrestre caracterizada por una composición en materiales más pesados que los típicos encontrados en la corteza haciendo especial hincapiés al Iridio que hizo disparar la concentración de dióxido de carbono en una media de 18% más y que tuvo como consecuencia la acidificación, la subida de las temperatura de los mares y la pérdida de los foraminíferos planctónicos entre otras especies marinas.

El vulcanismo del Laki hizo reflexionar a los científicos acerca de los efectos catastróficos de la actividad volcánica al presentar las trampas del Deccan un patrón parecido en cuanto a mecanismo, pero con mayor intensidad. De hecho, la erupción basáltica produce vía una fisura que se creó al ascender un “penacho de magma” por el manto y agrietó la corteza en dicho lugar permitiendo la salida de gran cantidad de cenizas, dióxidos de carbono y azufre que pueden llegar a la estratosfera y hacer que las consecuencias de estas erupciones sean devastadoras e universales (Pardo et al., 2011).

Keller y sus colaboradores, (2012), han podido identificar las erupciones de las Trampas del Deccan como una serie de tres fases. Cada fase volcánica se considera un mega pulso que consiste en una serie de pulsos menos intensos.

- ❖ La primera fase tuvo lugar 2 millones de años antes del KT.
- ❖ La segunda fase se prolongó durante cientos de miles de años del Cretácico. (Coincidencia con el impacto del bólido extraterrestre)
- ❖ La fase 3 fue durante en el Paleoceno temprano, unos tres cientos mil años después de la extinción de masa.

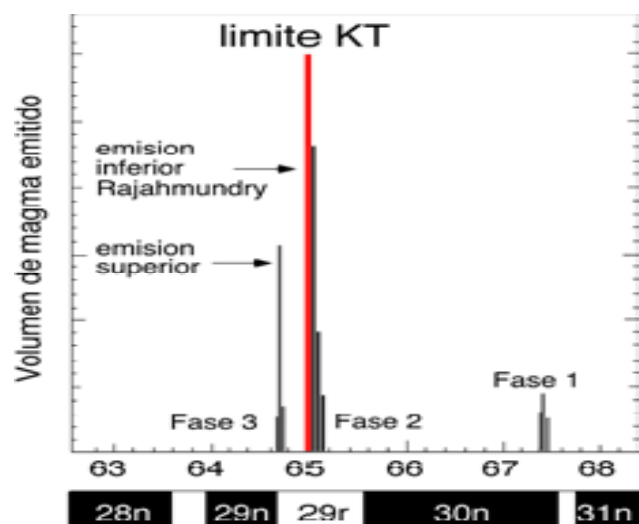


Fig. 15. Fases de erupción del Deccan (Keller, et.al, 2012).

Paralelamente, la datación por la edad de alta resolución (U-Pb) de las erupciones del Deccan ha sido difícil de alcanzar. El equipo de Princeton descubrió

cristales de circón para la datación de basaltos en C29r, con una precisión que está por dejado de los 25 mil años, lo que da cada vez más fuerzas al argumento volcánico.



Fig. 16. Evidencia del límite K-Pg (Pardo, et al., 2011).

La prueba definitiva que vincula la extinción en masa del K-Pg al vulcanismo del Deccan está cada vez más evidente con el análisis de microfósiles marinos para la datación en esta provincia continental de basalto de inundación. El estudio de las secuencias entre los flujos de basalto del Deccan en la India documentó la extinción masiva en foraminíferos planctónicos en sedimentos cerca del final del Maastrichtiano y llegando al límite K-Pg. Estos estudios vinculan directamente la extinción masiva con el vulcanismo de Deccan (Keller, 2012).

Los debates sobre los escenarios de la extinción del K-T aún están en curso, pero es probable que estén vinculado a estas enormes inyecciones de gases en la atmosfera, generando episodios alternos de enfriamiento y calentamiento, eliminando la lluvia acida que conduce a una crisis de calcinación marina, aumentando la intemperie y la meteorización terrestre, la escorrentía que conduce a una gran afluencia de nutrientes en los océanos y causa condiciones de eutróficas, o anorexias hostiles a la vida marina.

➤ Trampas Siberianas

La mayor de todas las extinciones masivas, tuvo lugar a finales del Pérmico, causada por las grandes erupciones masivas de Siberia, consideradas como los campos de basaltos más enigmáticos de la Tierra y cuya lava pudo cubrir una superficie de alrededor de 5.000.000 km² y ocupando un volumen de 1.000.000 km³ (Pardo et al., 2011). Estas erupciones se consideran uno de los mayores sucesos volcánicos en la historia geológica de la Tierra, emitiendo materiales ígneos durante un millón de años (Courtillot y Renne, 2003). Se calcula que se liberó suficiente dióxido de carbono para

aumentar la temperatura del océano hasta descongelar los depósitos de hidratos de metano encontrados debajo del fondo oceánico, dando lugar a un aumento de la temperatura del planeta (Molina, 2006).



Fig. 17. Vistas de las Trampas Siberianas (5).

Al final de este periodo, el nivel del mar comenzó a subir promoviendo la reducción del oxígeno disuelto en el mar y en los ecosistemas terrestres (Wignall, 2004). En la tierra el mecanismo de matanza sigue siendo más enigmático. Las emisiones de dióxido de azufre pueden enfriarse a corto plazo, probablemente un factor en el hemisferio norte. La devastación global de las comunidades de plantas se traduce en problemas atmosféricos, como podría haber sido el agotamiento del ozono. Si fuera el caso, esto apunta a que el volcanismo de las trampas siberianas llegó a liberar volúmenes significativamente altos de compuestos halógenos destructores del ozono, así como gases volcánicos más nocivos, lo que acabó casi con toda forma de vida en la Tierra (Keller et al., 2012).

4.5. POSIBLES CAUSAS DE LAS CINCO EXTINCIONES EN MASA.

Además de las teorías catastrofistas que implican vulcanismo masivo e impacto de bólidos extraterrestres, otros científicos defienden hipótesis de causas más gradualistas y para cada una de las “Cinco grandes”, se ha propuesto como origen de la extinción: la variación del nivel del mar (Newell, 1967), fruto del cambio de temperatura, y es una de las primeras propuestas para explicar las extinciones .

Según Pardo et al., (2011) existen unas propuestas de cambios ambientales radicales donde una misma localidad puede pasar de tener un clima seco y árido a sufrir glaciaciones. También se tiene en cuenta la hipótesis de variación del nivel del mar, y fenómenos extraterrestres como la explosión de una supernova.

4.5.1. Ordovícico-Silúrico

Existen una multitud de teorías que explicarían las causas de esta extinción, aunque coinciden en que fue debido a un enfriamiento global. Los científicos no

vinculan, de manera directa como posibles causas, ni a actividad volcánica conocida ni a impactos de bólidos extraterrestres. No obstante, co-existen dos teorías principales para explicar esta extinción, aunque una prevalece de momento. La crisis del Ordovícico ha podido ser causada por:

- 1) El fenómeno de glaciación como consecuencia de los movimientos del bloque de masas continentales hacia el polo sur. Como consecuencia se produjo una bajada del nivel del mar que acabó con los hábitats marinos pocos profundos.
- 2) El fenómeno de radiación de los rayos gamma que llegaron de la explosión de una estrella supernova que habría dañado de manera instantánea la capa de ozono en un espacio de tiempo récord, en unos pocos segundos, murieron todos los animales que podría vivir en la superficie. Esto es debido a que, sin la capa de ozono, la atmosfera terrestre pudo haberse cubierto por grandes cantidades de Nitrógeno que a su vez bloqueó la entrada de la luz solar y provocó el enfriamiento responsable de la muerte de muchos seres vivos.

Hasta el momento, no se sabe si la causa fue una de estas dos hipótesis o una cadena de sucesos.

4.5.2. Devónico-Carbonífero

La causa de la crisis del Devónico Tardío podría estar en el volcanismo ligado a los LIPs (*Large Igneous Province*) como lo ilustra en el siguiente mapa.



Fig. 18. Mapa de los principales LIPs y las 4 estructuras de impacto (adaptado de Bond y Graspy, 2017).

Este periodo fue testigo de una alta intensidad de erupciones magmáticas en la Plataforma Siberiana, donde las lavas de las Trampas Viluy taparon unas grietas de Viluy y emplazando una pila volcánica de un espesor de 7 km (Courtilot et al., 2010). Toda esta actividad coincidió con el límite Frasnian-Famennian.

Se podrían recopilar las posibles causas de la Extinción en masa del Devónico:

- La proliferación de organismos como las algas marinas debido a una reacción de adaptación a la aparición de la vida en la superficie de la tierra.
- La bajada de temperatura revelada por el análisis del isótopo del oxígeno, lo que indica que hubo un enfriamiento global.
- La evidencia de algún impacto de un asteroide
- Una actividad volcánica intensa a finales del Devónico

4.5.3. Pérmico-Triásico

Intentar llevar la causa de la gran mortandad a un solo factor deja la comunidad científica en una situación de controversia. No obstante, se está debatiendo sobre los principales candidatos para la causa de la extinción final del Pérmico: el calentamiento global, la anoxia, la acidificación de los océanos, el agotamiento del ozono y la intoxicación por metales tóxicos por el volcanismo de las Trampas Siberianas (Wignall et al., 1998). En dichas trampas, se produjo una serie de erupciones masivas que liberaron ingentes cantidades de dióxido de Carbono por todo el planeta. Esta alta presencia dio origen a varios tipos de bacterias que empezaron a emitir el gas metano. La temperatura de la Tierra se disparó y provocó un cambio global a nivel global.

Los vínculos entre el volcanismo de las Trampas de Siberia es hasta el momento la hipótesis más consolidada, aunque cada vez, se mira más hacia el cielo buscando respuestas en los bólidos extraterrestres. El gran culpable no está claramente definido, sin embargo, hay unos cuantos sospechosos como:

1. Impacto de meteorito con un cráter en la Antártida por la presencia de gases nobles extraterrestres (Becker et al., 2001).
2. El vulcanismo porque hay grandes acumulaciones de lavas basálticas en Siberia.
3. Se especula también el “efecto invernadero” a escala global con la liberación de sulfuro de hidrogeno en los mares y en los océanos (Kaiho et al., 2001)
4. Envenenamiento por metales tóxicos (Grasby y Bond, 2017)
5. La radiación UV-B

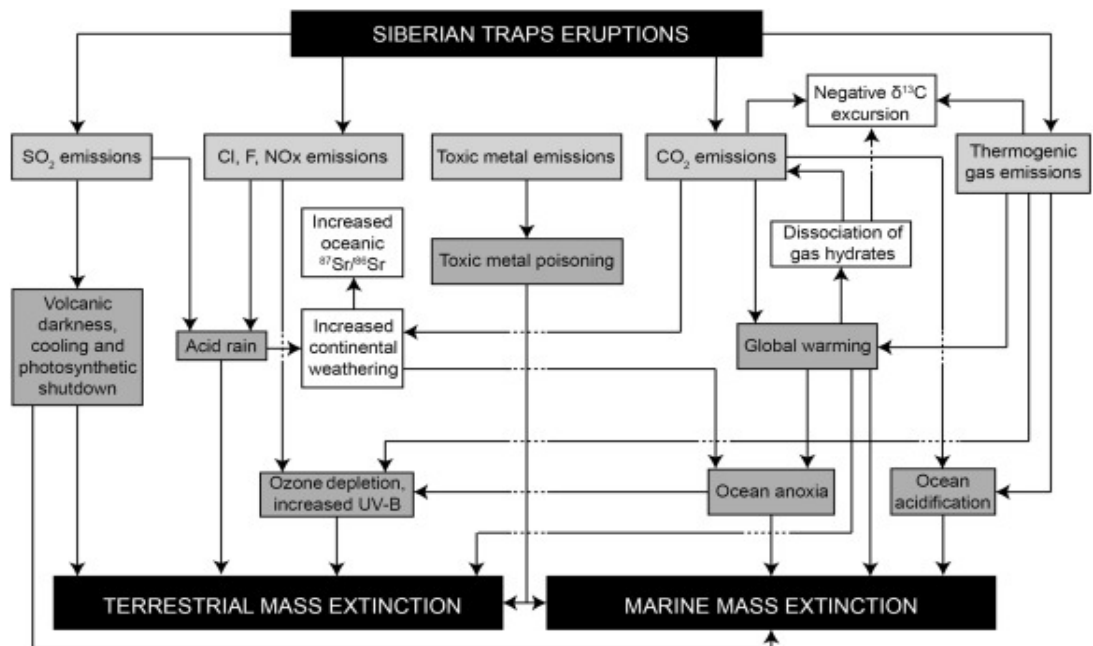


Fig. 19. Relaciones de causa y efecto propuestas durante la extinción final del Pérmico. (Adaptado por Bond y Graspy, 2017).

Para terminar de completar la tragedia, esta serie de sucesos hizo que las aguas del planeta se acidificaran. Ante los efectos tan adversos, parece imposible que la vida pueda subsistir sin embargo hubo supervivientes. De hecho, teniendo en cuenta por una parte la cantidad de factores que han podido intervenir, y por otra la resistencia de la vida en la Tierra, todo apunta a que los seres vivos fueron incapaces de adaptarse a tantos cambios en la biosfera por los ataques por diferentes frentes y el resultado fue devastador.

4.4.4. Triásico-Jurásico

Las evidencias de esta cuarta extinción en masa tampoco están tan claras. Las consecuencias del vulcanismo podrían explicar el un calentamiento global de unos 4º C hasta 6º C. En el último estudio de Huynh y Poulsen publicado en 2005, el vulcanismo causante de esta desestabilización es el vulcanismo CAMP (Provincia Magmática de América Central) al cuadruplicar la concentración del CO atmosférico.

Se está intentando explicar la extinción durante la transición Triásica-Jurásica por un posible impacto meteórico o la consecuencia de la actividad volcánica sobre la atmosfera y particularmente sobre el ciclo del carbono.

4.4.5. Cretácico-Paleógeno

Según Molina (1995), las primeras hipótesis para explicar la extinción de los dinosaurios remontaron a 1956 con De Laubenfels que propuso la hipótesis del impacto de un asteroide sin poder a dar ninguna evidencia. A continuación, la identificación de una anomalía de Iridio en Gubbio (Italia) llevó a Álvarez y sus

colaboradores en 1980 a la teoría de la extinción debida al impacto de un asteroide. En el mismo año, Smith y Horteon identificaron la misma anomalía en Caravaca en España. Posteriormente, el descubrimiento del cráter del impacto de Chicxulub (Hildebrand et al., 1991) asintió dicha hipótesis.

No obstante, el escenario que parece sencillo de muerte por impacto, ha sido complicado debido a que coincidió con una de las fases eruptivas de las trampas del Deccan (Chenet et al., 2007), lo que podría igualmente explicar la anomalía del Iridio, un metal existente en los meteoritos o en las capas más profundas de la Tierra, pero no en su corteza. La hipótesis del vulcanismo tiene sus seguidores desde que se descubriera que las partículas arrojadas a la atmósfera por el volcán Kilauea contenían una proporción apreciable de iridio (Molina, 1995).

El límite K-Pg ha sido estudiado en 3 puntos particulares como son los cortes de Gubbio en Italia, de Caravaca en España y del Kef en Túnez. Estas tres localidades muestran rocas de origen marino profundo donde escasean los fósiles de dinosaurios y vertebrados o invertebrados. Sin embargo, abundan los foraminíferos planctónicos (Molina, 2006).

La “pareja de asesinos” responsable de esta masacre son el impacto de un asteroide en Chicxulub en la Península de Yucatán en México y las erupciones volcánicas durante un periodo prolongado de tiempo de las trampas del Deccan en la actual India. El oscurecimiento del sol afectó a todos los seres fotosintéticos tanto terrestres como marinos y a todos aquellos seres que se alimentaban de organismos fotosintéticos.

Las extinciones parecen haber sido generalizadas, sincrónicas y, en muchos casos, rápidas, compatibles con una causa catastrófica.

Al mismo tiempo, se baraja la hipótesis de una variación de nivel del mar y precisamente un descenso del nivel del mar que sería responsable de la extinción. Y fue veinte años más tarde, que Ginsburg (1984) ha afinado la hipótesis aportando con elementos adicionales como la caída de temperatura. De hecho, expone que el cambio de nivel de los mares es debido a los cambios en la temperatura y la acreción en las dorsales oceánicas. Con esta hipótesis se da una alternativa gradual a la explicación catastrofista del vulcanismo y los bólidos extraterrestres (Molina, 1995).

Y posteriormente a la quinta extinción en masa del Cretácico parece ser que ha iniciado la sexta extinción. Había empezado con la desaparición de la megafauna a final las glaciaciones hace 11 000 años con pérdidas sucesiva de especies y continuaría por todo el efecto antrópico, causado por el hombre lo que sería la deforestación, la contaminación, el cambio de hábitats.

Bond y Grasby (2017) en su revisión “Sobre las causas de las extinciones masivas”, recogen que llegar a entender la Tierra pasa por razonar sobre las tensiones implicadas en sus crisis pasadas. Sin embargo, se está acercando a una comprensión de *cómo se* generan los volcanes letales y *qué* consecuencias tienen las tensiones terrestres por los impactos de bólidos extraterrestre para poder afectar realmente a los ecosistemas llegando a causar extinciones masivas. Para la comprensión de los escenarios de extinción, ambos autores sugieren orientar las investigaciones futuras hacia la integración de la disciplina Biología con su parámetro central “la Vida” con el fin de para solucionar los enigmas de las extinciones masivas y entender los acontecimientos que se producirán en la Tierra.

5. UNIDAD DIDACTICA: LA HISTORIA DE LA VIDA EN LA TIERRA.

5.1. INTRODUCCIÓN.

El tema elegido para este trabajo, es “LA HISTORIA DE LA VIDA EN LA TIERRA”. En el Anexo I de la Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Enseñanza 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 alumno. En el Anexo I, se detalla el curso donde se van a desarrollar las actividades propuestas será 4º de la ESO, dentro del Bloque II “Dinámica de la Tierra”. Se trata de la modalidad de matemáticas aplicadas para el alumnado que desea seguir con los estudios post-obligatorios.

5.2. LEGISLACIÓN.

Concretamente, para llevar a cabo esta Unidad Didáctica, se tiene en cuenta la siguiente legislación:

- ✓ La **Ley Orgánica 8/2013**, de 9 de diciembre de Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) de modificación de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE)
- ✓ El **Real Decreto 1105/2014**, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.
- ✓ **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.
- ✓ **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.
- ✓ **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.

5.3. CONTEXTUALIZACIÓN.

Esta unidad se desarrolla en IES Valle del Guadalimar de Puente de Génave, en la provincia de Jaén. Es un municipio situado a 130 km de la Capital de provincia, a la entrada del Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas, siendo uno de sus principales accesos. Cuenta con 2.298 habitantes. Este pueblo tiene como principal actividad económica el cultivo del olivar.

5.3.1. Localización y entorno del centro

El IES Valles del Guadalimar, es un centro público, situado en el barrio de Pedronares, de la localidad de Puente de Génave, concretamente en la calle Campoamor. Este es un barrio tranquilo situado en la orilla izquierda del río Guadalimar, río que atraviesa el pueblo. A su alrededor, tan solo encontramos unas casas de nueva construcción y el Colegio de Educación Infantil y Primaria “San Isidro Labrador” (documento POAT del centro).



Fig. 20. Localización IES Valle del Guadalimar: Fuente Google Map.

5.3.2. Centro escolar

La oferta educativa que caracteriza este centro es la Enseñanza Secundaria Obligatoria. Concretamente, cuenta con cinco líneas de ESO, una para cada curso, dónde se preparan los niños tanto para la formación profesional como para los estudios post-obligatorios (documento plan de convivencia del centro).

Su oferta educativa se centra en las primeras etapas del ciclo de la ESO con un grupo para cada curso, si bien por medidas de atención a la diversidad se han podido desdoblar algunos grupos en lo que se denomina “Agrupación flexibles”. El instituto consta de 5 líneas de ESO (1º, 2º, 3ºA, 4ºA de matemáticas aplicadas y 4ºB de matemáticas académicas), además para este curso 2019-2020 disponen de 16 profesores para unos 100 alumnos.

Tabla 2. Organización del centro.

Equipo directivo	Director, Jefe de estudios y Secretario
PAS	1 Administrativo, 1 Conserje, 1 Limpiador
Consejo escolar	El Director/a: presidencia. El Jefe/a de estudios. 6 Profesores/as. 4 Padres o representantes legales del alumnado, de los que uno/a será designado por la asociación de AMPA 3 Alumnos/as. 1 persona representante del PAS 1 concejalía o persona representante del Ayuntamiento
Claustro	1 Director: presidencia por la totalidad del profesorado que preste servicios en el mismo. Secretario/a del Claustro es el secretario del instituto.
Equipo Docente	16 profesores y 11 departamentos
Número de alumnos	100
Órganos de coordinación	Claustro de profesores/as, Equipo técnico de coordinación pedagógica y departamentos.

Fuente: Elaboración propia, a partir de la información facilitada por el centro.

5.3.3. Proyectos Educativos del Centro

Este centro, desde su primer año, ha intentado incorporar ciertos proyectos educativos en su Proyecto Educativo de Centro que tienen una estrecha relación con la Unidad didáctica como, por ejemplo:

- **Programa TIC de la Junta de Andalucía** (Tecnologías de la Información y la Comunicación): Se trata de instalar una pizarra digital en cada aula que sirva de soporte para el docente y una herramienta de aprendizaje para el alumnado.
- **Programa de Mejora de Lectura**, donde bajo la supervisión y colaboración del Jefe de Departamento de “Formación, Evaluación e Innovación educativa”, se dedica media hora de pausa diaria para los alumnos que están interesados en leer sobre literatura castellana o extranjera, pero también lectura de ciencias bajo la colaboración de la docente de física y química.

5.3.4. El alumnado del centro y del aula

En cuanto al alumnado del centro, proviene principalmente de un ambiente familiar en el que se valoran los estudios y de nivel socio-cultural para la mayoría medio-bajo. De hecho, la convivencia en el centro se puede describir como buena. No existen muchos alumnos con graves problemas de conducta, aunque, como en todos los centros, hay siempre casos con problemas de disciplina, que rara vez se resuelven con la expulsión del alumno. Los casos de abandono escolar son muy escasos. Cuando se producen es normalmente en el último curso de escolarización y con 16 años cumplidos.

El alumnado del Centro, procede además del núcleo de Puente de Génave, de Peñolite (pedanía de Puente de Génave) y además acuden al centro los alumnos de transporte escolar, que provienen principalmente de poblaciones cercanas a Puente de Génave: Villarrodrigo y Génave cuyos alumnos ya se incorporan al IES Valle del Guadalimar a partir de 1º ESO desde el curso 2018-2019.

Al ser un centro pequeño, las medidas de la “adaptación curricular” están aplicadas para sólo 6 alumnos, de los cuales dos son del grupo en el que se imparte esta Unidad.

En cuanto al aula, la presente Unidad Didáctica está destinada a los alumnos de 4º ESO de la modalidad de matemáticas académicas, que aspiran a seguir con los estudios post obligatorios donde una de las asignaturas troncales es Biología y Geología. El alumnado se describe como homogéneo, excepto un alumno de origen senegalés, que se incorporó hace 4 años en el sistema educativo español. Es lo que se denomina incorporación tardía, y por ello, presenta ciertas dificultades y limitaciones en el lenguaje oral y escrito. Asimismo, una alumna tuvo una incorporación tardía este curso después de una hospitalización. Ambos alumnos presentan adaptaciones curriculares no significativas. Y como último caso, una alumna que presenta alta capacidad tipo uno, destaca nada más en el área científica.

Tanto el tratamiento como las posibles adaptaciones de todos estos alumnos están detallados en el epígrafe incluido en: “Atención a la diversidad”.

5.3.5. Contextualización de la Unidad Didáctica.

Los aspectos generales de la Unidad didáctica se recogen en el siguiente cuadro.

Tabla 3. Aspectos generales de la Unidad Didáctica.

ASPECTOS GENERALES	HISTORIA DE LA VIDA EN LA TIERRA
Centro	IES Valle del Guadalimar
Tipología	Asignatura troncal
Curso	4 ESO
Materia	Biología y Geología
Tema	Historia de la Vida en la Tierra
Bloque	Dinámica de la Tierra
Temporalización	Las semanas 19, 20 y 21 del 2020 respectivamente 3h,3h y 1h
Número de sesiones	7 sesiones + 1 opcional de una salida fuera del horario escolar

Los proyectos educativos relacionados con proyectos del centro que se llevan a cabo en esta unidad son: los programas TICs y Mejora de Lectura.

5.4. OBJETIVOS.

Los objetivos se dividen en objetivos de etapa, de materia y específicos de la Unidad Didáctica a desarrollar.

5.4.1. Objetivos de etapa

Conforme a lo dispuesto en el artículo 11 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, la Educación Secundaria Obligatoria contribuirá a desarrollar en los alumnos y en las alumnas las capacidades que les permitan:

- Valorar y respetar la diferencia de sexos y la igualdad de derechos y oportunidades entre ellos. Rechazar la discriminación de las personas por razón de sexo o por cualquier otra condición o circunstancia personal o social. Rechazar los estereotipos que supongan discriminación entre hombres y mujeres, así como cualquier manifestación de violencia contra la mujer.
- Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.
- Conocer, valorar y respetar los aspectos básicos de la cultura y la historia propias y de los demás, así como el patrimonio artístico y cultural.

5.4.2. Objetivos de materia.

Los objetivos de materia se recogen en el Anexo I de la **Orden de 14 de julio de 2016**. La enseñanza de la Biología y Geología tendrá como finalidad el desarrollo de

una multitud de capacidades, que en esta Unidad didáctica en particular se van a trabajar las siguientes:

- Conocer y valorar las interacciones de la ciencia con la sociedad y el medio ambiente, con atención particular a los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad y la necesidad de búsqueda y aplicación de soluciones, sujetas al principio de precaución, para avanzar hacia un futuro sostenible.
- Reconocer el carácter tentativo y creativo de las ciencias de la naturaleza, así como sus aportaciones al pensamiento humano a lo largo de la historia, apreciando los grandes debates superadores de dogmatismos y las revoluciones científicas que han marcado la evolución cultural de la humanidad y sus condiciones de vida.
- Conocer y apreciar los elementos específicos del patrimonio natural de Andalucía para que sea valorado y respetado como patrimonio propio y a escala española y universal.

5.4.3. Objetivos específicos de la unidad

La elección de esta Unidad Didáctica está motivada por tres motivos principalmente:

El primero es poder acercar a la mente del alumnado la continuidad y los lazos estrechos entre la asignatura de biología y geología rompiendo con las ideas previas del alumnado el cual considere que no tienen relación. De hecho, la idea más expandida es que la Biología solo trata de lo vivo u “orgánico” y la Geología abarca lo “inorgánico”, segregación que es errónea.

El segundo motivo es que el Bloque de la “Dinámica de la tierra” tiene una estrecha relación con el tema con una especial sensibilidad social “El cambio climático y sus consecuencias la extinción de seres vivos”. Por último, esta unidad acerca los conceptos que los alumnos consideran de su entorno.

Los objetivos específicos de la Unidad Didáctica se han concretado en seis:

- 1) Revelar la importancia del estudio del Registro Geológico y para descifrar el origen y la Historia de la Tierra.
- 2) Estudiar el Registro fósil para reconstruir la historia y la evolución de los seres vivos.
- 3) Explicar las extinciones como parte fundamental de la Biosfera y de la vida en la Tierra.

- 4) Explicar los principios básicos de la estratigrafía desde una perspectiva uniformitarista.
- 5) Diferenciar entre los métodos de datación relativa y numérica.
- 6) Explicar la escala de tiempos geológicos, o Tabla Cronoestratigráfica Internacional, y sus divisiones como consecuencia de los importantes acontecimientos en la historia de la tierra tanto biológico como geológico como ha podido ser el fenómeno de extinción.

5.5. CONTENIDOS Y COMPETENCIAS.

5.5.1. Contenidos de la Unidad didáctica

1. EL ORIGEN DE LA VIDA E HISTORIA DE LA TIERRA.
 - 1.1. El origen de la vida.
 - 1.2. La edad a la Tierra.
2. EL REGISTRO ESTRATIGRÁFICO.
 - 2.1. Los principios de la estratigrafía y el Uniformitarismo.
 - 2.2. Los métodos de datación relativa y numérica.
 - 2.3. La importancia de los fósiles para reconstruir la Historia de la vida en la Tierra.
3. DEFINICIÓN Y DIVISIONES DE LA ESCALA DEL TIEMPO GEOLÓGICO.
 - 3.1. Definición de Eones, Eras y Periodos.
 - 3.2. Acontecimientos biológicos y geológicos.
 - 3.2.1. Los seres vivos a lo largo de la historia.
 - 3.2.2. La extinción de seres vivos.
 - 3.2.3. Los fenómenos en relación con el dinamismo de la tierra.

5.5.2. Contenidos transversales e interdisciplinares

Estos temas se recogen en el artículo 6 Decreto 110/2016, de 14 de junio. El currículo incluirá de manera transversal unos once temas transversales. En la Unidad Didáctica solo se tendrán en consideración los siguientes elementos:

- **El desarrollo de las habilidades básicas para la comunicación interpersonal, la capacidad de escucha activa, la empatía, la racionalidad y el acuerdo a través del diálogo.**

- El fomento de los valores y las actuaciones necesarias para el impulso de la **igualdad real y efectiva entre mujeres y hombres, el reconocimiento de la contribución de ambos sexos al desarrollo de nuestra sociedad y al conocimiento acumulado por la humanidad**, el análisis de las causas, situaciones y posibles soluciones a las desigualdades por razón de sexo, el respeto a la orientación y a la identidad sexual, el rechazo de comportamientos, contenidos y actitudes sexistas y de los estereotipos de género, la prevención de la violencia de género y el rechazo a la explotación y abuso sexual.
- **El fomento de la tolerancia y el reconocimiento de la diversidad y la convivencia intercultural, el conocimiento de la contribución de las diferentes sociedades, civilizaciones y culturas al desarrollo de la humanidad**, el conocimiento de la historia y la cultura del pueblo gitano, la educación para la cultura de paz, el respeto a la libertad de conciencia, la consideración a las víctimas del terrorismo, el conocimiento de los elementos fundamentales de la memoria democrática vinculados principalmente con hechos que forman parte de la historia de Andalucía, y el rechazo y la prevención de la violencia terrorista y de cualquier otra forma de violencia, racismo o xenofobia

En esta Unidad Didáctica se trabajan diversos temas que se encuadran dentro de otras asignaturas, como son:

Educación ambiental: Es imprescindible que los alumnos desde una edad muy temprana tomen conciencia de la importancia de cuidar el medio ambiente. Hace falta incluir hábitos en la vida cotidiana como podría ser el reciclaje y reducir el consumo para cuidar de los recursos del planeta y no dañar la flora y la fauna que al alterarse modificará la vida del ser humano como consecuencia. Por otra parte, el alumnado tiene que llegar a reflexionar sobre la Tierra como un ente, como su hogar que requiere de su atención y cuidado en su vida cotidiana y pensar en el proceso evolutivo que supuso el origen a la biodiversidad de la planta. Todo este proceso de concienciación tiene que reflejarse en el aula y en la Unidad didáctica.

Música: Precisamente para esta Unidad Didáctica se trabajará con música para captar el interés del alumnado.

5.5.3. Competencias

Las competencias clave se recogen tanto en el Real Decreto 1105/2014, como la Orden del 14 de Julio de 2016 y también en el la orden ECD/65/2015, como se ha especificado en el apartado de la legislación. Las competencias son adquisiciones imprescindibles para el ciudadano del futuro. De hecho, la orientación del currículo está basada en un enfoque por competencias.

Para la Unidad Didáctica, las competencias que se pretenden desarrollar serán las siguientes:

a) **COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA:** La disciplina lingüística es la herramienta para pasar la información más usada tanto por los profesores como los alumnos. En la labor docente, es el instrumento de la expresión: tanto escrita como oral. Asimismo, por parte del alumnado, se hace uso de las lenguas para:

- Crear mapas conceptuales que ayudan a asimilar mejor los diferentes contenidos.
- Exponer el resultado de un trabajo o tarea individual o en grupo.
- Resumir contenidos extendidos o con tecnicismo científico en palabras más ordinarias.

b) **COMPETENCIA MATEMÁTICA Y COMPETENCIAS BÁSICAS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA:** Es de una importancia primordial concienciar al estudiante de que el mundo moderno de comunicación y tecnología es gracias al progreso de la Ciencia. La ciencia está en todas las partes, que las teorías de Newton o Galileo en alguna disciplina científica han sido imprescindibles su comprensión para su aplicación en el mundo moderno.

c) **COMPETENCIA DIGITAL:** El uso de las TICs está considerado fundamental para el desarrollo de cierto contenido usando la pizarra digital, software o la proyección de un video didáctico en el aula

d) **APRENDER A APRENDER:** esta competencia requiere que el alumnado sea capaz de ser curioso a la hora de buscar la información que necesite, además de distinguir lo relevante de lo inadecuado, integrar y analizar volúmenes de información para sintetizarla de forma práctica en función de sus necesidades. Y para acabar el estudiante tomará conciencia de los conocimientos adquiridos y los aplicará para una mejora de su vida cotidiana y para su aprendizaje.

e) **CONCIENCIA Y EXPRESIÓN CULTURAL:** Se trata de entender que la ciencia forma parte integrante de la cultura humana y contribuye a su diversidad.

f) **COMPETENCIAS SOCIALES Y CÍVICAS:** En relación con la concienciación sobre el tema del medio ambiente al valorar la vida como un suceso importante.

Para una adquisición eficaz de las competencias y su integración efectiva en el currículo, deberán diseñarse actividades de aprendizaje integradas que permitan al alumnado avanzar hacia los resultados de aprendizaje de más de una competencia al mismo tiempo. Se potenciará el desarrollo de las competencias Comunicación lingüística, Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.

5.6. METODOLOGÍA, MATERIALES Y RECURSOS.

Existe una multitud de metodología que el docente irá enfocando en función del nivel y el número de alumnado que podría tener cada grupo y curso. Es más, dicha metodología debería cambiar en función de las competencias que el profesor desee que su alumno aprenda. En esta Unidad Didáctica, se empleará una metodología activa basada en el aprendizaje significativo y constructivista donde el profesor dinamiza el grupo con el fin de llegar a una participación activa. Dicho en otras palabras, el contenido del aprendizaje debe estar estructurado en sí mismo y en relación con el antiguo conocimiento que posee el individuo que quiere aprender.

5.6.1. Metodología

Esta metodología activa centrada en el alumno fomenta el respeto hacia su persona al tener en cuenta sus opiniones para poder construir nuevos conocimientos. Durante el transcurso de la Unidad Didáctica, se realizarán trabajos en grupo para fomentar la participación cooperativa, también habrá una dinámica participativa con los debates y las lecturas de los contenidos y se desarrollarán trabajos de investigación para implicar el alumnado en su propio aprendizaje. Por tanto, esta metodología se apoya básicamente en el desarrollo de la comunicación y la experiencia:

➤ **Expositivas:**

Se trata de enseñar los diferentes contenidos de la materia o del tema de manera que los alumnos lleguen a establecer una relación con sus conocimientos previos y las ideas o conceptos que les va introduciendo y que tiene que ser bien estructurados, relacionados y concretos. Para conseguir este objetivo, el uso de mapas conceptuales está altamente recomendado para evitar el aprendizaje memorístico y repetitivo.

➤ **Indagativas:**

Es una estrategia cada vez más utilizada y apreciada por los docentes ya que el alumno tiene un papel de actor en su propio aprendizaje y, gracias a ella, se consigue la adquisición de procedimientos y actitudes. Durante las prácticas se constata que lo más utilizado es:

- Realización de mapas conceptuales.
- Resolución de problemas de lógica y matemáticas.
- Debates de noticias y temas actuales

Tabla 4. Metodología de la unidad didáctica.

Modelo didáctico de enseñanza de las ciencias	Criterios de secuenciación	Actividades de enseñanza	Papel del profesor	Papel del alumno
Enseñanza por metodología activa: Exposición e indagación	La metodología científica como lógica de la disciplina Metodología constructivista	Historia de la ciencia como parte del aprendizaje Trabajo en grupo	Transposición didáctica: Focalización y aplicación Papel dinamizador	Papel activo “actor” en el aprendizaje: exploración y reflexión

Fuente: Elaboración propia basada en varias lecturas.

5.6.2. Material y Recursos

Las aulas de cada grupo disponen de una pizarra, una pizarra digital, un ordenador, un retroproyector que se utilizará para:

- Proyectar noticias de prensa, vídeos tanto al principio de la unidad didáctica a modo de introducción de los conceptos y de repaso al final de cada unidad.
- Hacer mapas conceptuales y esquemas didácticos en la pizarra

Conjuntamente, se podría utilizar el Libro de Texto para acerca los contenidos más básicos y las ilustraciones más didácticas. Asimismo, se podría utilizar el cuaderno de clase del alumno donde se plasmarán las diferentes actividades que se realizan en clase.

Para esta Unidad didáctica y por elección del centro se utiliza la Editorial ANAYA:



Roca S.C, Domínguez M.A., Ruiz A.B.: (2017): Biología y Geología 4º ESO.

Fig. 21. Libro de texto de Biología y Geología 4º ESO. Fuente: Google imagen.

5.7. ACTIVIDADES Y TEMPORALIZACIÓN.

Las actividades, junto a la parte teórica, son fundamentales e imprescindibles para que el alumnado fije los conceptos y poder así ver la utilidad del conocimiento que ellos mismos llegarán a construir.

5.7.1. Descripción de las diferentes tareas

En ciencias, es fundamental conocer las ideas previas que tiene el alumnado (según Piaget) y consolidarlas en caso de que sean correctas. Y en caso contrario, se intentará romperlas y construir un esquema más correcto. Además, a la hora de introducir un tema nuevo, lo imprescindible es llegar a captar la atención del alumnado. Para ambos argumentos, se proponen **las Actividades de Iniciación**. Su resultado servirá de punto de inicio para el desarrollo de esta unidad e incluso, se podría considerar estas actividades como una evaluación inicial.

Como primeras actividades se han propuesto:

- Comentario de un par de revistas de prensa y la presentación de las diferentes problemáticas.
- Trabajar el contenido de un vídeo y una canción en inglés.

Una vez desarrollada estas actividades, se pretende trabajar ciertas competencias como la lingüística mediante el cuestionario inicial, la digital además tocar el tema transversal como es la igualdad entre hombres y mujeres con el vídeo de la “madre de la paleontología” y el contenido interdisciplinar como es la música con la última actividad de iniciación.

Una vez originada esta curiosidad en el alumnado, se introducen las **Actividades de Desarrollo** en las cuales se intentan fijar los distintos contenidos que conlleva el desarrollo de la unidad. Al tratar de ciencias, se intenta ir aplicando tanto el método científico como la Historia de la ciencia que tiene un impacto pedagógico positivo sobre los alumnos. Esto se haría mediante un vídeo para asimilar ciertas observaciones y experiencias como el caso del origen de la vida y de este modo poder sacar conclusiones constructoras de sus conocimientos que se pretenderá trabajar con la primera actividad de desarrollo. Con la siguiente actividad, se estudiará también la evolución de la edad de la Tierra y la Historia de la Tierra en Geología como ciencia y esta metodología tiene un impacto positivo sobre el aprendizaje porque conocer cómo han evolucionado las teorías científicas con el tiempo consigue inspirar estrategias para superar pensamientos equivocados de los alumnos. La actividad de las viñetas de los fósiles guiará el alumno a proporcionar las evidencias sobre la evolución de la vida en la Tierra y las extinciones y entender la calidad de los fósiles. En estas dos actividades en particular, se trabajará el tema transversal que trata del conocimiento

de la contribución de las diferentes sociedades y cultura para determinar la edad de la Tierra, desde los filósofos griegos, religiosos cristianos y científicos por el mundo y después en el siglo XX con la dinámica de la tierra.

Y la última actividad de este bloque trabaja la lógica de establecer una relación entre los millones de años de la escala geológica a una escala de centímetros.

Con **las Actividades de Consolidación**, se pretende afianzar los aprendizajes y fijar las ideas principales en los alumnos.

Una primera actividad de consolidación consistirá en la realización de un ejercicio de unir los autores con sus ideas sobre la edad de la Tierra.

La segunda actividad consiste en reconstruir una pirámide alimentaria y es un ejercicio donde, a pesar de parecer lúdico necesita un esfuerzo cognitivo por parte del alumnado al necesitar utilizar sus conocimientos previos de la cadena alimentaria, extrapolarlos para una cadena alimentaria extinguida y al lograrlo relacionar que la vida se basa en los mismos principios que sea en la biología como en la geología.

En esta actividad, se trabajará el tema interdisciplinar del medio ambiente. Con el hecho de ver que hace millones de años otros seres habitaban el planeta y que hoy en día están extinguido hace pensar en la fragilidad de los seres vivos en la Tierra y de la importancia de cuidar el planeta para que la vida tal y como se conoce perdure.

Las **Actividades de Apoyo** están destinadas principalmente para los 2 alumnos que presentan necesidades educativas especiales.

En la primera actividad, se intenta sacar las ideas claves más relevantes acerca de los distintos contenidos tratados. Se trata particularmente de consolidar los contenidos conceptuales.

Particularmente, para el alumno extranjero, como para la alumna convaliente, este mapa servirá de repaso para los dos primeros objetivos del tema ya que al explicar la edad de la tierra se utiliza los fósiles: El objetivo de esta tarea es llegar a afianzar los nombres y la ortografía. Para él, si se da el caso de que siga sin entender algún concepto, tendrá que elaborar un “glosario de los términos importantes”.

Además, para trabajar el último objetivo de la Unidad Didáctica se les facilitará una sopa de letras del tiempo geológico.

En cuanto a las **Actividades de Ampliación**, se va a proponer al grupo de alumnos especialmente trabajadores buscar lo último que ha descubierto sobre los Dinosaurios durante la Era Mesozoica. Para ello, dispondrán de una lista de páginas de museos virtuales en España para elegir cual tiene mejor colección de fósiles de dinosaurios.

Con esta actividad iniciada en casa, los alumnos curiosos intentarán seleccionar un par de museos interesantes. En clase el alumno con altas capacidades se encargará de explicar la razón por la que ha elegido tal museo y manifestar lo que vio de peculiar en su Registro fósil dando sus argumentos. Se hará una visita virtual al museo mediante la Pizarra Digital mientras explica. Colectivamente, y cuando acaba la exposición, a los compañeros que podrían tener otra opinión de los museos, se debatirá la elección y se ampliará el debate. Se trabajará con esta tarea el primer tema transversal propuesto en la Unidad y que consiste en la capacidad de escucha activa la empatía y la racionalidad y el acuerdo a través del dialogo. Por otra parte, otro objetivo de esta tarea es despertar la curiosidad por ver museos con las TICs y que todos los alumnos al debatir y argumentar, asimilen mejor todos los conceptos vistos en clase, y donde consiste la metodología de indagación.

Vista la importancia de este tema, se ha propuesto tanto una **Actividad Complementaria** como otra **Actividad Opcional**. Se trata respectivamente de una búsqueda de los lugares de interés geológico en Jaén y Andalucía trabajando de esta forma el contenido transversal del fomento de la tolerancia y el reconocimiento de la diversidad y la convivencia intercultural, el conocimiento de la contribución de las diferentes sociedades, civilizaciones y culturas al desarrollo de la humanidad.

Esta actividad, aunque no sea obligatoria, se explicará en clase para que los estudiantes que quieren hacerla entiendan el guion. Para los que quieren hacerla en grupo, esta actividad se podría desarrollar en la biblioteca durante la pausa. En caso contrario, se podría hacer individualmente en casa. Se les exige sólo devolver un mapa de Andalucía con los LIG señalados.

Y una actividad opcional que consiste en participar en el Geolodía que se organiza el segundo sábado o domingo del mes de mayo de cada año y en cada provincia de España.

Sesión 1

Actividad de Iniciación 1ª (A.I1a): La geología es noticia Texto 1

Esta actividad se basa en pasarles a los alumnos un breve cuestionario a la vez que se proyecta la noticia. En 10 minutos, los estudiantes deben reflexionar sobre los titulares de la primera nota de prensa titulada “Las rocas más antiguas de la Península ibérica” y contestar a las 5 preguntas que servirán de punto de partida para la unidad.

Se pretende con la primera actividad trabajar los siguientes objetivos:

- 1- Revelar la importancia del origen y la historia de la tierra con mediante el estudio del registro fósil y los tiempos geológicos.
- 2- Explicar los principios básicos de la estratigrafía basada en el actualismo y los métodos de datación

Con esta actividad se pretende trabajar las siguientes competencias: CL, CMCT, CAA

El primer cuestionario sobre “la nota de prensa”.

A.I1a: Realiza la lectura del documento y responde a las siguientes preguntas

- ¿Por qué el titular es “La Geología es Noticias”? ¿Qué tipo de texto es?
- ¿Cuál es la edad “Las rocas más antiguas de la Península Ibérica”?
- ¿Según el título de la rúbrica, a qué se refiere a “fósiles urbano”?
- ¿Qué se ve en la foto? ¿Te recuerda a algunas de las características de los fósiles? ¿Qué característica debería tener para ser un “fósil útil”?
- ¿Sabéis qué es el Cretácico?

Se plantea realizar esta actividad en un total de tiempo de 15 minutos.

Con esta actividad se pretende trabajar las siguientes competencias: **CMCT, CD, CL, CAA.**

Actividad de desarrollo 1 (A.D1): Rutina de pensamiento: Parte-Todo “Experimento de Miller Urey”

Con esta actividad, se pretende analizar la importancia de cada parámetro de la atmósfera de la Tierra primitiva sin la cual la vida no habría aparecido. Además, se trabajará el primer objetivo con su contenido “Origen de la Tierra” simultáneamente en forma de actividad. Se trata de una experiencia de comprobación de la formación

de moléculas orgánicas a partir de moléculas inorgánicas en ciertas condiciones ambientales para llegar a entender el Origen de la Vida.

A.D1a: Tras el video del experimento, completa la plantilla de la rutina “PARTE-TODO”

<https://www.youtube.com/watch?v=Dub8ud4a7xk>

La plantilla está en el Anexo que posteriormente se recoge en el portfolio de cada alumno. **ACT.PF**

Se plantea realizar esta actividad en un total de tiempo de 15 minutos.

Con esta actividad se pretende trabajar las siguientes competencias: CMCT, CAA.

Actividad de iniciación 2 (A.I2): Introducción a la paleontología, el registro fósil y la edad de la tierra

Concretamente esta actividad trata de atraer a las alumnas a la ciencia: Se va a trabajar con un video de 4 minutos el tema transversal que presenta la “Madre de la Paleontología: Marry Anning”. Fue la primera paleontóloga, aunque su legado científico no fue aceptado por la sociedad del siglo XIX por su condición de mujer. Se trata de analizar esta adaptación de un libro titulado “The girl who helps to discover dinosaur”. Se les facilita el texto para acompañar el vídeo tanto en castellano como en inglés para que los estudiantes lean con más detenimiento, (también en su casa) y entiendan con más profundidad el tema.

Se pretende con esta actividad alcanzar los siguientes objetivos:

- 1- Revelar la importancia de estudiar el Registro fósil para reconstruir la Historia de la Tierra.
- 2- Explicar el fenómeno de extinción como consecuencia de los importantes acontecimientos geológicos en la Historia de la Tierra.
- 3- Atender a la diversidad proyectando un vídeo en inglés para que el alumno extranjero se sienta relajado con un idioma que el domina.

Al mismo tiempo se trabaja el papel de la mujer que fue completamente ausente o descartada durante el siglo XIX tal y como se verá en el vídeo y que servirá de referencia a las alumnas el ser un personaje femenino científico.

A.I2: Responde a las siguientes preguntas después de la proyección del vídeo.

<https://www.bbc.com/ideas/videos/the-girl-who-helped-discover-dinosaurs/p06bfr1s>

- ¿Quién es Marry Anning? ¿Qué encontró o descubrió con su padre?
- ¿Cuál fue el primer gran descubrimiento de Marry Anning?
- ¿Cómo fue la reacción de la sociedad y de los demás científicos?
- La reconocieron como científica ¿Cuándo?

Se plantea realizar esta actividad en de 10 minutos. Solo se dedicarán 5 minutos en la primera sesión, y se realizará la corrección en la segunda sesión.

Con esta actividad se pretende trabajar las siguientes competencias: CL, CMCT, CAA.

Sesión 2

Actividad de desarrollo 2 (A.D2): Qué información facilitan los fósiles

La actividad se basa en que los alumnos buscan información y completan las instrucciones sobre qué características deben tener los fósiles para considerarles “fósiles guía”.

Se pretende con la primera actividad trabajar los siguientes objetivos:

- 1 Explicar los principios básicos de la estratigrafía basada en el actualismo y los métodos de datación.

A.D2: Completa la guía para la datación de los estratos con ayuda de los fósiles

Atribuir título a cada dibujo: Principio de superposición de estratos/
Principio de superposición de acontecimientos/ Principio de sucesión
faunística/ Información Paleo-climática/ Información sobre la variación
del nivel del mar/ información paleo geográfica

Recopila toda la información en el cuaderno de práctica:

- ¿Dónde se encuentran los fósiles, en qué orden aparecen?
- ¿Cómo se secuencian?
- ¿Qué metodología se usa para datar los fósiles?
- ¿Qué características deben tener los fósiles?

Usa la plantilla “Rutina de pensamientos” para Interpretar el Registro Fósil.

Con esta actividad el alumnado debe llegar a las siguientes conclusiones:

- El registro fósil proporciona evidencia de la evolución de la vida en la Tierra
- Los “fósiles guía” tienen que ser: abundantes, expandidos y aparecer en un periodo de tiempo determinado.
- En la plantilla de “Rutina de pensamiento”, se intenta aplicar la interpretación del Registro fósil la técnica “compara y contrasta” para ver la importancia de cada principio (Superposición de estratos; de acontecimientos, sucesión faunística y de acontecimientos geológico).

Esta plantilla se recogerá en el Portfolio **ACT.PF**

Se plantea realizar esta actividad en un total de tiempo de 15 minutos

Con esta actividad se pretende trabajar las siguientes competencias: CMCT y CAA.



Fuente: (6)

Sesión 3

Actividad de iniciación 3 (A.I3): Introducción al Tiempo Geológico y Extinciones: “Criaturas curiosas”

Concretamente esta actividad trata de atraer a los alumnos amantes de la música para acercarlos la ciencia. Se pretende introducir el tercer objetivo de la Unidad: Explicar la escala de tiempos geológicos, sus divisiones y los acontecimientos claves. Se trata de escuchar una canción e intentar plasmar los nombres de los seres vivos de esta Era.

A.I3: Responde a las preguntas después de la proyección de la Canción del Cámbrico.

- Señalar el nombre de cada animal que se escucha en la canción por su orden de aparición.
- Reflexiones: ¿Quién aparece primero en la canción, los seres simples o más complejos? ¿Dónde viven estos seres: ¿en el mar o en el continente?
- ¿Estas criaturas siguen viviendo hoy en día?

La plantilla del ejercicio se descarga desde el enlace de “Earth Learning Ideas”

https://www.earthlearningidea.com/Video/Camb_Explosion.html

https://www.earthlearningidea.com/PDF/119_Curious_creatures.pdf

Se plantea realizar esta actividad en un total de tiempo de 15 minutos

Con esta actividad se pretende trabajar las siguientes competencias: CL, CMCT, CAA.

Actividad de desarrollo 3 (A.D3): Completar el tiempo geológico

Objetivo: A través de esta actividad se pretende comparar las escalas temporales de la Geología y del Hombre, para alcanzar el tercer objetivo: explicar la escala geológica y los diferentes acontecimientos biológicos y geológicos desde las edades tempranas del planeta Tierra.

Completar el cuadro con los acontecimientos geológicos y biológicos más importantes:

A.D3: Completa el cuadro con los acontecimientos geológicos y biológicos proporcionando los Eones/ Eras/Periodos.

En casa, recorta las cartulinas de los acontecimientos geológicos. Y preparar una línea del tiempo (cinta) con las medidas de los tiempos desde el presente y para pegarlas.

La cartulina mejor presentada se pegará en el aula.

Se trata de completar el cuadro con los acontecimientos geológicos y biológicos más importantes:

Acontecimientos	Millones de años (Ma)	Tiempos geológicos (Eon/Era/Periodo)	Distancia desde 'El día presente' (cm)
Primeros Humanos (<i>genus Homo</i>)	2,5		
Primeros cespedes	55		
K-T Extinción en masa	65		
Primeras flores	130		
Primeras aves	160		
Primeros mamíferos	220		
Primeros Dinosaurios	230		
La primera Gran mortandad extinction masiva	251		
Primeros reptiles	315		
Primeras plantas con semilla	360		
Primeos anfibios	370		
Primeras plantas en tierra firme	430		
Primeros animals con partes duras	545		
Primeros organismos multicelulares	2000		
Primeros Eucariotas	2100		
Primeras bacterias	3500		
El origen de la tierra	4567		

Fuente: (7)

Se plantea realizar esta actividad en un total de tiempo de 20 minutos.

El resultado de esta actividad formará parte del portfolio y servirá para la evaluación. **ACT.PF**

En esta actividad se pretende trabajar las competencias: CAA y CMCT al acercar el concepto del tiempo geológico de manera significativa al alumno. Es un concepto imprescindible para entender cualquier acontecimiento de la Historia de la Tierra.

Sesión 4

Actividad de iniciación (A.Ib): La geología es noticia Texto 2

Esta actividad se basa en introducir a los alumnos un breve debate que se proyecta la noticia: “Chicxulub-Decán: ¿Una conspiración contra los dinosaurios?”. En 10 minutos, los estudiantes deben reflexionar sobre los titulares y contestar a las preguntas.

Las respuestas servirán de punto de partida para la unidad.

Con esta actividad se pretende trabajar las siguientes competencias: CL, CMCT, CAA.

ACT.I1b: Realiza la lectura del documento y responde a las siguientes preguntas

- ¿Cuándo vivieron y cuando desaparecieron los dinosaurios?
- ¿Por qué crees que han desaparecido? ¿Conoces la verdadera razón?

Se plantea realizar esta actividad en un total de tiempo de 15 minutos.

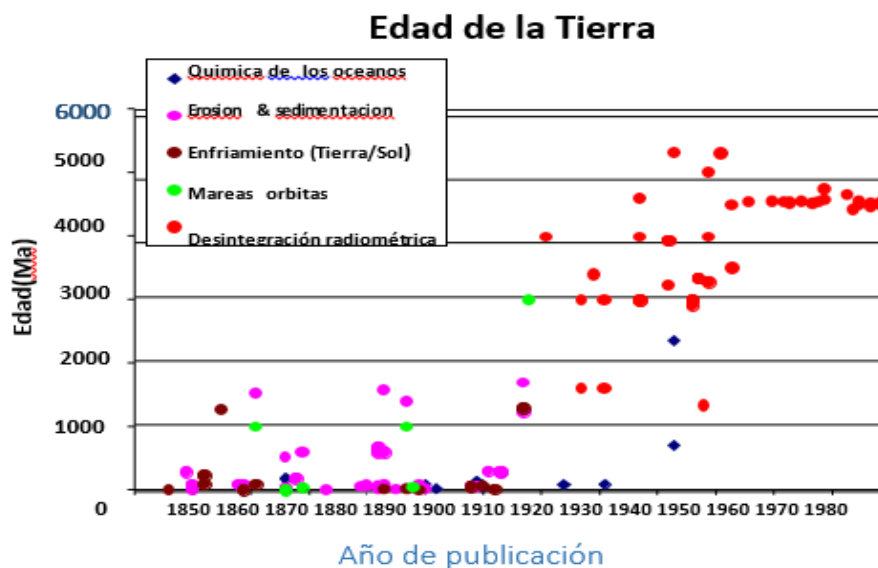
Con esta actividad se pretende trabajar las siguientes competencias: CL, CMCT, CAA.

Sesión 5

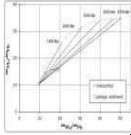
Actividad de desarrollo 4b (A.D4b): Ideas sobre la edad de la Tierra

Con esta actividad, se pretende conocer las diferentes ideas de los personajes a lo largo de la Historia que han opinado sobre la Historia de la Tierra. Además, se trabajará el primer objetivo “Origen de la Vida e Historia de Tierra” con su contenido “Revelar las diferentes ideas para darle edad a la Tierra” simultáneamente.

A.D1b: Completa la ficha poniendo el Siglo en el que pasaron los acontecimientos apoyándote en el gráfico de la Edad de la Tierra



	Bible calculations give a 6000 year-old Earth Segun los textos biblicos, la tierra tiene 6000 años Archbishop Ussher	
	A cooling ball shows the age of the Earth to be 75,000 years Una bola de enfriamiento muestra que la edad de la Tierra es de 75,000 años. Comte de Buffon	
	The Earth is so old that 'there is no vestige of a beginning ... La Tierra es tan antigua que "no hay vestigio de un principio .. James Hutton	
	Since volcanoes have modern fossils beneath them, the Earth must be old Dado que los volcanes tienen fósiles modernos debajo de ellos, la Tierra debe ser vieja Charles Lyell	
	Ganges sediment shows the Earth is 96 million years old El sedimento del Ganges muestra que la Tierra tiene 96 millones de años John Phillips	

	Lord Kelvin calculates: a 24 million years old Earth Lord Kelvin calcula: una Tierra de 24 millones de años. Lord Kelvin	
	The salt in the sea gives an 80-90 million years date La sal en el mar da una fecha de 80-90 millones de años. John Joly	
	Radioactive decay shows the Earth is 1.4 to 3.8 billion years Old: Zircon crystal trapping uranium	
	Dating of meteorites shows that the Earth is $4.55 \pm 1.5\%$ billion years old The age of meteorites	

Fuente (9)

Se plantea realizar esta actividad en un total de tiempo de 10 minutos.

En esta actividad se pretende trabajar la competencia CMCT al pedir a los estudiantes conocer las diferentes teorías sobre la Historia del planeta.

Actividad de consolidación 1 (A.C1): Relacionar ideas con autores

El objetivo de la tarea es asegurar que el alumnado relacione el pensamiento de cada autor con la edad propuesta.

ACT.C1: Une con flechas cada autor con su pensamiento o teoría sobre la edad de la Tierra

- | | | |
|------------------|---|--|
| Lord Kelvin | . | . Edad de la Tierra 24 Ma |
| Arzobispo Usher | . | . Edad de la Tierra 75 000 años |
| Thomas Huxley | . | . Edad de la Tierra más de 90 Ma |
| Comte de Bouffon | . | . Edad de la Tierra 6000 años |
| Marie Curie | . | . Descubrió la Radioactividad y se hizo una datación de 1,4 a 3,8 Ma |

Se plantea realizar esta actividad en un total de tiempo de 5 minutos.

En esta actividad se pretende trabajar la competencia la CMCT pidiéndole al alumnado que asocie cada autor con su idea relevante a lo largo de los dos últimos siglos.

A los alumnos de refuerzo, se les explica las actividades que deben de realizar:

Actividad refuerzo 1 A.R1: Completar el mapa conceptual

ACT.R1: Elabora un mapa conceptual, en el que se relaciona el Registro estratigráfico con la escala de tiempo geológico para reconstruir la Historia de la Tierra: en el primer bloque, se compila todo aquello que está relacionado con los fósiles. Y un segundo bloque se recopila los intervalos de tiempo.

Además, para trabajar el último objetivo de la Unidad Didáctica se les facilitará una sopa de letras del tiempo geológico.

Actividad refuerzo 2: A.R2: Completar la sopa de letra

ACT.R2: Encuentra 10 palabras de alguna división del tiempo geológico

La plantilla del ejercicio se descarga desde el siguiente enlace de "Educaplay"

https://es.educaplay.com/recursos-educativos/1230406-tiempo_geologico.html

Se podría realizar esta actividad en 5 minutos y con ella se trabaja la competencia lingüística.

SESION 6

Actividad de consolidación 2 (A.C2): “Menú del Jurásico”

En grupos de 5 personas, se les facilitará una actividad titulada “El menú del Jurásico” donde se pretende reconstruir la cadena alimentaria desde la base de los seres simples hasta los seres más complejos que son los dinosaurios. Se trabajarán los dos últimos objetivos.

ACT.C2: Las plantillas se recogen del siguiente enlace:

https://www.earthlearningidea.com/PDF/142_Jurassic_menu.pdf

Al ser las instrucciones en inglés, parte de lo que se le pide al alumno se traduce aquí:

- Compara los fósiles que se muestran en la hoja A con las reconstrucciones de los animales que se muestran en la hoja B.
- Utiliza la información de alimentación en la hoja B para completar los nombres de los organismos en la red alimenticia que se muestra en la hoja C (página 5). La dirección de la flecha apunta desde el organismo que se come hasta el fósil del animal correspondiente (en la dirección del flujo de alimento / energía).
- Crea una imagen de en qué parte del mar creen que habrían vivido los organismos: use la hoja D (página 7) para colocar dibujos o recortes de las imágenes de los organismos en los lugares más probables.
- Usa la información en la hoja C para dibujar flechas en la hoja D para mostrar la red alimenticia del mar Jurásico.
- Explica cómo una red alimenticia del de hoy diferiría de la red alimenticia jurásica.
- Sugiere qué animales del mar son los principales consumidores.

Se plantea realizar esta actividad en un total de tiempo de 25 minutos.

Se trabajarán las siguientes competencias: CM, CMCT, CAA y opcionalmente se trabajará CD al pedirles recopilar, con los mismos grupos, toda la información relevante de cada ser vivo de esta cadena alimenticia y plasmarla en un documento PowerPoint.

Los alumnos tienen a su alcance la pizarra digital para las dudas que puedan tener a la hora de resolver la tarea.

El resultado de esta actividad formará parte del portfolio y servirá para la evaluación **ACT.PF**.

Actividad complementaria (A.COM) Investigar la extinción de los dinosaurios utilizando museos virtuales.

A.COM: Con los siguientes enlaces

- **Museo Geológico de Oviedo:**
<https://museodegeologia.uniovi.es/>
- **Museo Geológico Extremadura**
<http://merida.es/servicios-municipales/museos/>
- **Museo Geológico del Seminario de Barcelona**
<http://www.mgsb.es/>
- **Instituto Geológico y Minero de España (IGME):**
<http://www.igme.es/QuienesSomos/eligme.htm>

Al alumno con altas capacidades, tendrá la opción de hacer una pequeña investigación sobre los últimos avances científicos, sobre las causas de las extinciones de los Dinosaurios o sino podría participar en la actividad propuesta para toda la clase.

5.7.2. Las actividades complementarias y opcionales.

Las actividades de recuperación se desarrollarán para aquellos alumnos cuya calificación final fue menor de 5 por lo que se entiende que no han superado los estándares de aprendizaje.

Al alumnado que no ha superado la primera evaluación se le manda una ficha con una serie de actividades, que podría tener unos diez ejercicios. Dicha ficha comprende: esquemas y una sopa de letra del tiempo geológico, ejercicios de completar huecos y mapas conceptuales. Así estas actividades les sirven de soporte para asimilar los contenidos. Después se elegirán 4 ejercicios que les servirán de prueba de examen y que tendrán una estructura parecida al examen anterior.

Actividad de recuperación: ACT.E2La prueba escrita de evolución (ver anexo)

En el Anexo se encontrará una copia del examen de recuperación.

Para la actividad complementaria, se les propone a los alumnos buscar los Lugares de Interés Geológico en Jaén y en Andalucía y a trabajar desde su casa

Para ello, se le facilita al alumnado las páginas Web donde se puede investigar y también un mapa de Andalucía donde irán colocando los LIGs más importante.

Actividad complementaria: Buscar los Lugares de Interés Geológico LIGs de Jaén y Andalucía.

A.COM: Utiliza estos enlaces para encontrar los Lugares de Interés Geológico en tu provincia y en tu comunidad. Y señala los LIGs en el mapa (último enlace) Página Ligs: <http://info.igme.es/ielig/>

Enlace Junta de Andalucía:

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnextoid=45172b0cf9ceb210VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnextchannel=e481e6f6301f4310VgnVCM200000624e50aRCRD>

Página mapa de Andalucía:

<https://www.google.com/search?q=junta+de+andalucia+mapa+de+andalucia+educacion&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjM5rmcwrniAhV6X>

El resultado de esta actividad formará parte del portfolio y servirá para la evaluación. **ACT.PF**

Para la actividad opcional, se ha participado en el “Geolodía” el pasado sábado 11 de mayo para visitar Cimbarra y conocer las playas fósiles y las cascadas más llamativas: En la zona norte de la provincia de Jaén afloran rocas del Paleozoico, con una edad comprendida entre 542 y 299 Ma. Estas rocas forman parte de una cadena montañosa (orógeno) que se formó durante el Carbonífero (359-299 Ma) denominada Cordillera Varisca.

Actividad opcional: Geolodía Salida al Campo.

A.O: Salida al campo: Geolodía: <https://geolodia.es/ediciones/geolodia-2019/jaen-2019/>

5.8. EVALUACIÓN.

La evaluación es una reflexión, un control de calidad de lo que se ha podido crear y sobre todo un análisis. La cuestión de la evaluación es delicada ya que incluye una decisión, que, en el caso de la docencia, se trata de juzgar mediante instrumentos si los objetivos se han alcanzado y los estándares de aprendizaje han sido superados.

La evaluación tradicional es limitada, con un único procedimiento. De hecho, se entiende por evaluación la prueba escrita final que tiene lugar al acabar el tema y que se basa en evaluar los contenidos memorizados y determinar el grado en el que se han conseguido los objetivos y al final calificarlos.

Sin embargo, ya desde hace unas décadas, se está planteando la evaluación mediante competencias, lo que implica una evaluación más fidedigna, continua y que tiene en cuenta las competencias claves exigidas para cada tema.

Cuando se evoca evaluación, se hace referencia a: Qué, Cómo y Cuándo evaluar.

5.8.1. *Cuándo evaluar.*

Para llegar a tener una evaluación continua, lo más adecuado es tomar datos a lo largo del transcurso de la Unidad Didáctica. De hecho, habrá momentos que son muy convenientes para recoger la información para un mejor análisis del sistema de Enseñanza y Aprendizaje. Para ello, se tendrán en cuenta tres tiempos de evaluación:

- Evaluación inicial al analizar los comentarios sobre **ACT.I1** (la Geología hace noticia).
- Evaluación continua con una serie de actividades que se recogen en el portfolio: **ACT.PF**.
- Evaluación final con una prueba escrita **ACT.E1**.

En caso de no llegar a cumplir el objetivo de la Unidad, se procede a la prueba teórico-práctica de recuperación **ACT.E2**.

5.8.2. Qué evaluar.

Tabla 5. *Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la unidad didáctica.*

BLOQUE II: Dinámica de la Tierra		
Contenidos	Criterios de Evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
La historia de la Tierra. El origen de la Tierra. El tiempo geológico: ideas históricas sobre la edad de la Tierra. Principios y procedimientos que permiten reconstruir su historia. Utilización del actualismo como método de interpretación. Los eones, eras geológicas y periodos geológicos: ubicación de los acontecimientos geológicos y biológicos importantes.	1. Reconocer, recopilar y contrastar hechos que muestren a la Tierra como un planeta cambiante. 2. Registrar y reconstruir algunos de los cambios más notables de la historia de la Tierra, asociándolos con su situación actual. 3. Interpretar cortes geológicos sencillos y perfiles topográficos como procedimiento para el estudio de una zona o terreno. 4. Categorizar e integrar los procesos geológicos más importantes de la historia de la tierra. 5. Reconocer y datar los eones, eras y periodos geológicos, utilizando el conocimiento de los fósiles guía.	1. Identifica y describe hechos que muestren a la Tierra como un planeta cambiante, relacionándolos con los fenómenos que suceden en la actualidad. 2.1. Reconstruye algunos cambios notables en la Tierra, mediante la utilización de modelos temporales a escala y reconociendo las unidades temporales en la historia geológica. 3.1. Interpreta un mapa topográfico y hace perfiles topográficos. 3.2. Resuelve problemas simples de datación relativa, aplicando los principios de superposición de estratos, superposición de procesos y correlación. 4.1. Discrimina los principales acontecimientos geológicos, climáticos y biológicos que han tenido lugar a lo largo de la historia de la tierra, reconociendo algunos animales y plantas características de cada era. 5.1. Relaciona alguno de los fósiles guía más característico con su era geológica.

5.8.3. Procedimiento, instrumento y sistema de evaluación.

Para poder contestar al Como evaluar, el docente dispone de una serie de técnicas e instrumentos. La técnica empleada en esta Unidad Didáctica es el análisis directo de contenido. Por otra parte, se utilizará como instrumento de la evaluación “la rúbrica” y como instrumentos de recogida de datos tanto el cuaderno de clase como el portfolio.

- Rúbrica: por definición, es una tabla de doble entrada donde se especifican tanto los criterios como los niveles de calidad.

Los detalles de la rúbrica se recogen en el Anexo.

- Cuaderno: por definición, es un instrumento de recogida de información donde se refleja el trabajo continuo del alumno.

En el cuaderno del alumno, lo que se pretende evaluar es el nivel de comprensión, la ortografía y la presentación.

- Portfolio: es un instrumento de recogida de información por parte del docente donde se seleccionan parte de los materiales.

En el portfolio, lo que se pretende evaluar es el nivel de comprensión, la ortografía y la presentación.

En esta Unidad Didáctica, las tareas previamente seleccionadas para formar parte del portfolio son las siguientes: ACT.D1a, ACT.D2, ACT.A2, ACT.CE1.

Se utilizará una rúbrica para evaluar las tareas del portfolio: **ACT.PF** cuenta un 20%.

Se utilizará una rúbrica para evaluar el cuaderno: **ACT.E2** cuenta un 10%

Se realizarán dos pruebas escritas: Examen final y examen de recuperación cuenta un 70%

La nota final de la Unidad Didáctica será el resultado de la suma y ponderación de las notas de las tareas, cuaderno y examen.

5.9. TEMPORALIZACIÓN.

Se distribuye en 10 sesiones, en las 5 primeras se pretende desarrollar los contenidos del tema en el aula de clase. Se desarrollarán las diferentes actividades de ampliación, refuerzo, ampliación en la sexta y séptima sesión. Primero hacer una evaluación inicial y darles el contenido como se describe en las tablas y conjuntamente se les facilita actividades. En la penúltima sesión se realizará el examen y en la última sesión la recuperación para los alumnos que no han alcanzado los objetivos.

Se ha organizado también una actividad extra escolar el sábado 11 de mayo. La tabla 3 resume la temporalización de la Unidad Didáctica.

Tabla 6. *Temporalización de la unidad didáctica.*

SESIÓN 1	Análisis de un artículo de prensa y lluvia de Ideas. (10 min).	Clase magistral: Explicación de contenido Origen de la tierra y la vida (Libro de Texto: 10 min)	Clase magistral: Explicación del contenido Ideas históricas sobre la edad de la tierra. (10 minutos)	Trabajar el primer Tema Transversal: La Mujer del siglo XIX y la Ciencia Visualización de la Autobiografía de Marry Anning la Madre de la Paleontología en un video (5min)
	Cuestionario inicial: consistirá en una serie de preguntas hechas para comprobar el impacto de la Noticia de prensa y valorar el nivel de conocimientos del alumnado (5 min).	Visualización de la Experiencia de Miller Urey en un video (5min)	Señalar lo que se tendrá que copiar en casa para la siguiente sesión (5 min).	Se tratará la segunda parte de la actividad en la siguiente sesión. A.12
	TOTAL, ACTIVIDAD A.11a (15min)	Rutina de pensamiento: Qué pensabas antes y qué piensas después: contestar en una plantilla y agregar al A.PF TOTAL ACTIVIDAD A.D1a (20min)		
SESIÓN 2	Breve repaso al primer objetivo estudiado en la sesión 1. (10 min).	Realización de la ACT.12 y corrección en grupo (10 min).	Clase magistral: Explicación del Estrato fósil la edad de la tierra. (17 min)	Señalar lo que se copia en casa. (3min) Realización de la ACT D2 y agregación al A.PF TOTAL ACTIVIDAD A.D2 (15min)
SESIÓN 3	Breve repaso al segundo objetivo estudiado en la sesión 2. (5 min).	Trabajar la Interdisciplinariedad: Se escucha una canción en inglés ACTIVIDAD A.13 (5 min). Seguidamente una lluvia de ideas sobre el tiempo geológico (10 min)	Clase magistral: Explicación del contenido Eón, Era y periodo. Explicar los tiempos precámbricos (15 min)	Realización de la A.D3 y corrección en grupo (15 min) Explicar a la actividad A.D3 donde una parte se desarrolla también en casa TOTAL, ACTIVIDAD A.D3 (20 min)
SESIÓN 4	Breve repaso del contenido 3.1 estudiado en la sesión 3 (5min).	Clase magistral: Explicación del contenido tiempo geológico: explicación de los principales acontecimientos de las Era Paleozoica. (20 min)	Noticia de Prensa con el título “Una conspiración contra los dinosaurios “. Lluvia de ideas sobre los dinosaurios para introducir la siguiente Era. ACTIVIDAD A.11b (15 min).	Clase magistral: Explicación del contenido tiempo geológico: explicación de los principales acontecimientos de las Era Mesozoica (15 min).

Continua **Tabla 6:** Temporización de la unidad didáctica.

SESIÓN 5	Realización de la actividad A.D1b (10 min).	Clase Magistral. Explicación de la última Era Cenozoica utilizando el libro de texto (15 min).	Clase Magistral. Explicación de los últimos apartados 3.2 y 3.3 usando el libro de texto (20 min).	Corrección la tarea A.C1 que parte se desarrolla en casa (10 min). Mandar los ejercicios de refuerzo A.R1, R2
SESIÓN 6	Repaso del contenido 3.1 estudiado en la sesión 3 (15min).	Realización de la actividad de consolidación ACT.C1 (5 min). entrega del Portfolio A.PF (5min)	Realización A.C2: “Menú del Jurásico”	Explicar
SESIÓN 7	Evaluación Final: Prueba escrita	Realización de la actividad de Ampliacion A.COM (25 min).		

6. BIBLIOGRAFÍA.

- Álvarez, L. W. (1983). Experimental evidence that an asteroid impact led to the extinction of many species 65 million years ago. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 80: 627-642.
- Álvarez, L. W., Álvarez, Asaro, F., Michel, H.V. (1980). Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction. *Science*, 208: 1095-1108.
- Anguita, F. (1988): *Origen e Historia de la Tierra*. Madrid: Rueda.
- Bambach, R. K., Knoll, A. H., Wang, S. C. (2004). Origination, extinction, and mass depletions of marine diversity. *Paleobiology*, 30: 522–542.
- Barnosky, A. D., Lindsey, (2010). EL Cronometraje de la extinción de la megafauna cuaternaria en América del Sur en relación con la llegada de seres humanos y el cambio climático. *Quat En t*, 217: 10-29.
- Barnosky, A. D., Nicholas, M., Susumu, T., Guinevere W. O. U., Swartz, Brian, S. *Nature* (2011). 471, 51-7.
- Becker, L., Poreda, R. J., Hunt, A. G., Bunch, T. E., Rampino, M. (2001). Impact event at the Permian-Triassic boundary: evidence from extraterrestrial noble gases in fullerenes. *Science*, 291: 1530–1533.
- Benton, M. J., Harper, D. A. T. (2009). *Introduction to paleobiology and the Fossil Record*. Chichester: 116-182. USA: Wiley-Blackwell.
- Beraldi, H. (2019). Instituto de geología. Universidad nacional autónoma de Mexico. Recuperado el 1 de octubre de 2019: <http://www.geologia.unam.mx:8080/igl/index.php/difusion-y-divulgacion/temas-selectos/571-estromatolitos>.
- Bond, D.P.G., Graspy, S.E. (2017). On the cause of mass extinction. *Paleography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 478: 3-29.
- Chenet, A.L., Quidelleur, X., Fluteau, F., Courtillot, V., Bajpai, S. (2007). 4003K-40Ar dating of the Main Deccan large igneous province: further evidence of KTB age and short duration. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 263: 1–15.
- Courtillot, V., Kravchinsky, V.A., Quidelleur, X., Renne, P.R., Gladkochub, D.P. (2010). Preliminary dating of the Viluy traps (Eastern Siberia): eruption at the time of Late Devonian extinction events? *Earth Planet. Sci. Lett.*, 300: 239–245.
- Courtillot, V.E., Renne, P.R. (2003). On the ages of flood basalt events. *Compt. Rendus Geosci*, 335: 113–140.
- De Laubenfels, M.W. (1956). Dinosaur extinction: one more hypothesis. *Jour. Paleontology*, 30: 207-218
- Decourt, J. Paquet, J., Thomas, P., Langlois C. (2006). *Geologie: objets, méthodes et modèles*. (pp. 264-266). Paris: Dunod.

- Eldredge, N. y Gould, S.J. (1972). Punctuated equilibria and alternative to phyletic gradulism: In Schopf, T.J.M. (ed.) *Models in Paleobiology*. (pp. 82-115). San Francisco: Freeman.
- Erwin, D. H., Anstey, R. L. (1995). Speciation in the fossil record. In Erwin, D.H. y Anstey, R.L. (eds) *New approaches to Speciation in the Fossil Record*. (pp. 11-19), New York: Columbia University Press.
- Fernandez, R. (2000). La naturaleza del registro fósil y el análisis de las extinciones. *Coloquios de paleontología*, 51: 267-280.
- Fernández, E. (2010). Construyendo una nueva visión de la historia de la Vida. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 18: 60-73.
- Finney, S. C. (2015). Estado actual de la definición del Antropoceno como la última Época de la Tabla Cronoestratigráfica Internacional. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 23.2, 257.
- Flessa, K. W., Cutler, A. H. y Meldahl, K. H. (1993). Time and taphonomy; quantitative estimates of time-averaging and stratigraphic disorder in a shallow marine habitat. *Paleobiology*, 19: 266-286.
- Flügel, E. (2002). Triassic reef patterns. In: Flügel, E., Kiessling, W., Golonka, J. (Eds.), *Phanerozoic Reef Patterns*. *Society for Sedimentary Geology*: 391–463
- Ginsburg, L. (1984). Théories scientifiques et extinctions des dinosaures. *Comptes-Rendus de la Académie des Sciences de Paris*, 298: 317-320.
- Harper, D. A. (2006). The Ordovician biodiversification: setting an agenda for marine life. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 232: 148–166.
- Harper, D. A. (2010). The Ordovician brachiopod radiation: roles of alpha, beta, and gamma diversity. In: Finney, S.C., Berry, W.B.N. (Eds.), *The Ordovician Earth System*. *Geological Society of America Special Paper*, 466, 69–83.
- Hildebrand, A. R., Penfield, G. T., Kring, D. A., Pilkington, M., Camargo, Z. A., Jacobsen, S. B. y Boynton, W. V. (1991). Chicxulub Crater: A possible Cretaceous-Tertiary impact crater on the Yucatán Peninsula, Mexico. *Geology*, 19: 867-871.
- Holser, W. T., Magaritz, M. (1995). The Late Permian carbon isotope anomaly in the Bellerophon Basin, Carnic and Dolomite Alps. *Jahrb. Geol. Bundesanst.*, 128: 75–82.
- Holser, W. T., Schönlaub, H. P., Boeckelmann, K., Magaritz, M. y Orth, C. J. (1991). The Permian- Triassic of the Gartnerkofel-1 core (Carnic Alps, Austria): synthesis and conclusions. *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 45: 213–235.
- Huynh, T. T., Poulsen, C. J. (2005). Rising atmospheric CO₂ as a possible trigger for the end- Triassic mass extinction. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 217: 223–242.
- Jablonski, D. (1994). Extinciones en el registro fósil. *Phil Trans. R. Soc. Lond. B*, 344: 11-17.

- Jablonski, D. (2008). La extinción y las dinámicas espaciales de la biodiversidad. *Proc. Natl Acad. Sci.*, 105: 11528-11535.
- Jablonski, D., Gould, S. J. y Raup, D. M. (1986). The nature of the fossil record: a biological perspective. In: Raul D. M., Jablonski D. (eds) *Patterns and processes in the history of life, Dahlem Workshop Reports, 36, (pp 7-22)*. Berlin: Heidelberg.
- Jablonski, D. (1997). Progress at the K-T boundary. *Nature*, 387: 354-355.
- Kaiho, K., Kajiwarara, Y., Nakano, T., Miura, Y., Kawahata, H., Tazaki, K., Ueshima, M., Chen, Z. Q., Shi, G. R. (2001). End-Permian catastrophe by a bolide impact: evidence of a gigantic release of sulfur from the mantle. *Geology*, 29: 815–818.
- Keller, G., Armstrong, H., Courtillot, V., Harper, D., Joachimski, M., Kerr, A., McLeod, N., Napier, W., Palfy, J. y Wignall P. (2012) Volcanismo, impacto y extinciones masivas. *Geoscientists, 2012, 1-15*.
- López-Ruiz, J. y Cebriá, J. M. (2015). Volcanismo y Tectónica de placas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 23.1, 23*.
- López-Villalta, J. S. (2015). Fósiles de los primeros animales en Ciudad Real. *Cuadernos de estudios manchegos, 41: 15-27*.
- McGhee, G. R., Clapham, M. E., Sheehan, P. M., Bottjer, D. J., Droser, M. L. (2013). A newecological severity ranking of major Phanerozoic biodiversity crises. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol*, 370: 260–270.
- McLean, D. M. (1985). Deccan traps mantle degassing in the terminal Cretaceous marine extinctions. *Cretaceous Research, 6* : 235-259
- Melott, A. L., Lieberman, B. S., Laird, C. M., Martin, L. D., Medvedev, M. V., Thomas, B.C., Cannizo, J. K., Gehreis N. , Jackman, C. H. (2004). Did a gamma-ray burst initiate the late Ordovician mass extinction?. *Int.Jou. of Astrobiology, 3* 1, 55-61. Cambridge: University Press.
- Minetti, J. L., González, J. A. y Ovejero, D. P. (2010). Desastre ecológico global 2010.
- Molina, E. (1994). Extinción y registro fósil. Cuadernos Interdisciplinarios, 5, 228 pp. across the Paleocene/Eocene boundary al Caravaca, southem Spain. *Eclogae geol. Helv*, 77, 47-61.
- Molina, E., (1995). Modelos y causas de extinción masiva. *Interciencia, 20: 83-89*.
- Molina, E., (1997). Impacto meteórico y extinción en masa. *Universo Astronomia y Astrudutica.25, 5-22*.
- 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, 159-173*.
- Molina, E., Canudo, J. I., Martinez-Ruiz, F. y Ortiz, N. y Pardo, A., (1994). Síntesis bioestratigráfica y eventos paleoceanográficos del Cretácico (Maastrichtiense)

al Mioceno (Langhiense) basada en foraminíferos. *Comunicaciones de las X Jornadas de Paleontología*, 137-142.

- Muñoz-García, M. B., González-Acebrón L., García-Frank A., Pérez Barroso, R., Espín-Forjan, B., Benito-Manjón, P., De Pablo-Gutiérrez, L., Gómez-Heras M., Canales-Fernández, M. L., Sarmiento-Chiesa, G. N., Ureta-Gil S. y del Moral-González B. (2015). Evaluación del aprendizaje significativo del concepto Tiempo Geológico en estudiantes con necesidades educativas especiales por discapacidad intelectual.
- Novacek, M. J. (2010). La crisis de la biodiversidad: perder lo que cuenta (The New Press).
- Pardo, A., Keller, G. y 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) – 153
- Rampino, y Caldeira K., (2017). Correlación de los cráteres más grandes, firmas de impacto estratigráfico y eventos de extinción en los últimos 250 MA. *Fronteras de la geociencia*, 8, 12241-1245.
- Raup & D. Jablonski, Eds. págs. 7-22. Springer Verlag. Berlin.
- Raup, D. M. y Sepkoski, J. J. (1982). Mass extinctions in the marine fossil record. *Science*, 215, 1501-1503.
- Reboratti, C. E. (2001). Una cuestión de escala: sociedad, ambiente, tiempo y territorio. *Sociologías, Porto Alegre*, 5, 80-93.
- Robertson, D. S., Lewis, W. M., Sheehan, P. M., Toon, O. B. (2013). K-Pg extinction: reevaluation of the heat - fire hypothesis. *J. Geophys. Res. Biogeosci.*, 118, 329–336.
- Rodríguez-Aranda, J. P. y Sanz-Montero, M. E. (2015). Tapices microbianos: los organismos que fabrican estromatolitos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 23.2, 219.
- Sheehan, P. M. (2001). The late Ordovician mass extinction. *Annu. Earth Planet. Sci.*, 29, 331–364.
- Smit, J. y Hertogen J. (1980). An extraterrestrial event at the Cretaceous-Tertiary boundary. *Nature*, 285, 198-200.
- Smit, J., Montanari, A. y Swinburne, N. H. M. (1992). Tektite-bearing deepwater clastic unit at the Cretaceous– Tertiary boundary in northeastern Mexico. *Geology*, 20: 99–104.
- Sun, Y. D., Joachimski, M. M., Wignall, P. B., Yan, C. B., Chen, Y. L., Jiang, H. S., Wang, L. N., Lai, X. L. (2012). Lethally hot temperatures during the early Triassic greenhouse. *Science*, 338: 366–370.
- Wignall, P. B. y Twitchett, R. J. (1996). Oceanic anoxia and the end Permian mass extinction. *Science*, 272: 1155–1158.

- Wignall, P. B. (2007). The end-Permian mass extinction – how bad did it get? *Geobiology*, 5: 303–309.
- Wignall, P. B., Thomas, B., Willink, R., Watling, J. (2004). Is Bedout an impact crater? *Science*, 306, 609–610.
- Wignall, P. B., Morante, R., Newton, R. (1998). The Permo-Triassic transition in Spitsbergen: $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ chemostratigraphy, Fe and S geochemistry, facies, fauna and trace fossils. *Geol. Mag.*, 133: 47–62.

REFEENCIAS WEB

- (1) <https://www.lifeder.com/era-paleozoica/> consultado el (01/10/2019)
- (2) <https://www.sesbe.org/evosite/evo101/VIIB1dMassExtinctions.shtml.html> consultado el (20/09/2019)
- (3) <https://www.investigacionyciencia.es/blogs/fisica-y-quimica/38/posts/el-enemigo-interior-12862> consultado el (30/09/2019)
- (4) <http://www.passc.net/EarthImpactDatabase/index.html> consultado el (14/09/2019)
- (5) <http://www.volcaneshistoricos.com/traps-siberianos/> consultado el (01/05/2019)
- (6) <https://core.ac.uk/download/pdf/39078205.pdf> consultado el (05/05/2019)
- (7) https://www.earthlearningidea.com/PDF/Washing_line_time.pdf consultado el (09/05/2019)
- (8) https://www.earthlearningidea.com/PDF/141_Age_Earth.pdf consultado el (01/06/2019)
- (9) https://www.earthlearningidea.com/PDF/141_Age_Earth.pdf consultado el (01/06/2019)

7. ANEXOS.

SESIÓN 1:

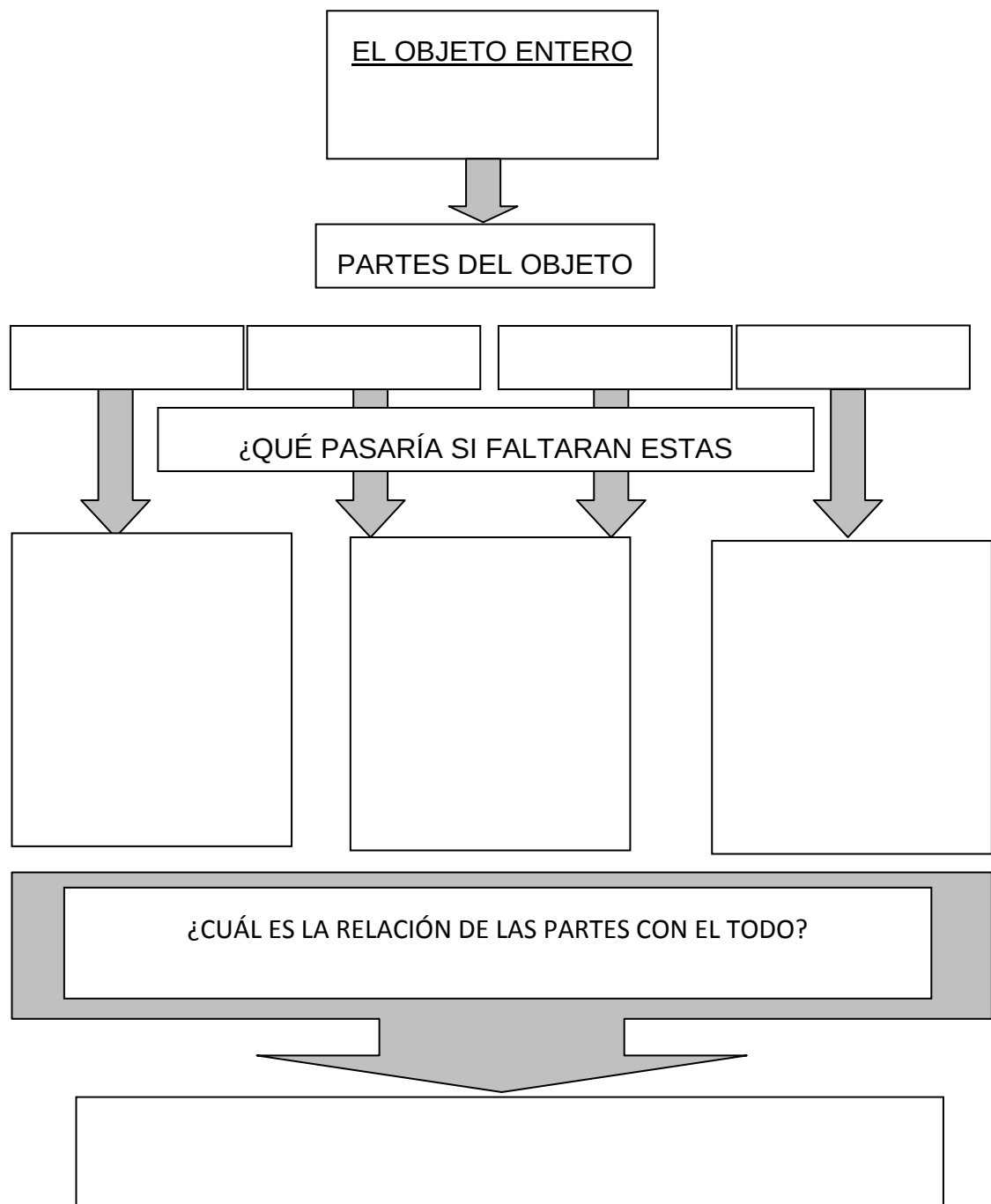
Actividad de Iniciación 1ª (A.11a): La geología es noticia Texto 1



Actividad de desarrollo 1 (A.D1): Rutina de pensamiento: Parte-Todo "Experimento de Miller Urey"

PLANTILLA RUTINA DE PENSAMIENTO: DETERMINAR RELACIONES PARTES – TODO

PLANTILLA RUTINA DE PENSAMIENTO: DETERMINAR RELACIONES PARTES – TODO



Actividad de iniciación 2 (A.I2): Introducción a la paleontología, el registro fósil y la edad de la tierra

Enlace video: <https://www.youtube.com/watch?v=BEbgTpdwRgl>

MARRY ANNING, LA MUJER QUE AYUDÓ A DESCUBRIR LOS DINOSAURIOS

ENGLISH TEXT	TEXTO EN CASTELLANO
Mary Anning, the woman who helped discover Dinosaurs, Mary Anning was born into a poor family in Lyme Regis, on the coast of England in 1799. As a child, she loved strolling across the beach and cliffs with her father. He was a cabinet maker who earned extra money by searching for fossils. He taught everything he knew about them. They sold the fossils to tourists on a stall outside their house. But one night, tragedy struck. While walking over the cliffs, her father slipped and fell. His injuries were serious. Weakened from the fall, he died soon after from tuberculosis. His death left the family devastated and in great debt. Their lives became a struggle for survival. To help to make ends meet, Mary continued the father's fossil business without him. One day, Mary's brother spotted an unusual skill in the lift. Twelve-years-old Mary searched desperately. She has found a skeleton of ICHTHYOSAUR, the skeleton of a prehistoric reptile. The bizarre looking creature was half fish, half lizard. Her Discovery was evidence of a highly controversial theory at a time: Extinction Many Christians were shocked and confused as to why God would let a species die out. Mary was noticed by educated geologists who started to come to her advice. Later, aged 22, Mary discovered the first PLESIOSAUR skeleton. Experts thought her new find was a fake. But eventually, she has proven right.	Mary Anning, la mujer que ayudó a descubrir a los dinosaurios, Mary Anning nació en el seno de una familia pobre en Lyme Regis, a costa de Inglaterra en 1799. Cuando era niña, le encantaba pasear por la playa y los acantilados con su padre. Era carpintero que ganaba dinero extra al buscar fósiles. Le enseñó todo lo que él sabía sobre ellos. Vendían los fósiles a turistas en un puesto fuera de su casa. Pero una noche, la tragedia golpeó. Mientras caminaba por los acantilados, su padre resbaló y cayó. Sus lesiones eran graves. Debilitado por la caída, murió hijo después de tuberculosis. Su muerte dejó a la familia devastada y en gran deuda. Sus vidas se convirtieron en una lucha por la supervivencia. Para ayudar a que los fines se encontraran, Mary continuó con el negocio de fósiles del padre sin él. Un día, el hermano de Mary descubrió una habilidad inusual en el ascensor. Mary, de doce años, buscó en silencio. Ella ha encontrado un esqueleto de ICHTHYOSAUR, el esqueleto de un reptil prehistórico. La criatura de aspecto extraño era mitad pez, tiene lagarto. Su descubrimiento fue evidencia de una teoría altamente controvertida a la vez: la extinción Muchos cristianos quedaron desconcertados y confundidos porque Dios apagaría una especie. María fue notada por geólogos educados que comenzaron a venir a que les

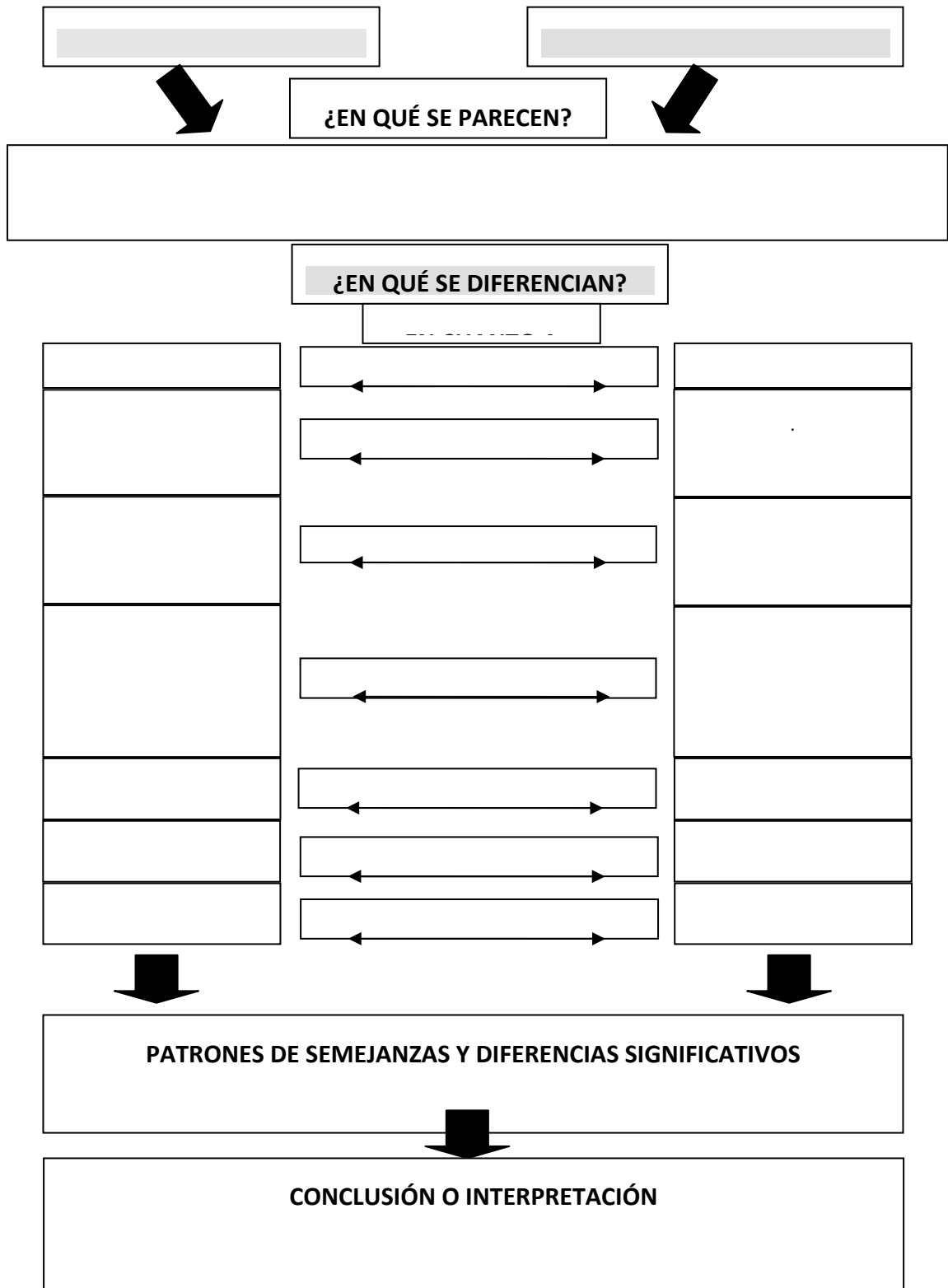
Woman weren't accepted in the Geological Society in Mary's time, so she wasn't probably credited for her groundbreaking discoveries. Some men even gave lectures introducing her new finds without any mention of the woman who had discovered them. But Mary remained determined, she saved up for the shop to sell shell fossils and continued searching for ancient Jurassic creatures. She studied the rocks so carefully that she would ever spot coprolites, lumps and fossilised poo.. Despite all of this, she was still not well respected in the local community and remained very poor. Things got worse. Her beloved dog Toby was killed in a landslide and she became sick with a breast cancer. The medicine she was given made her woozy. The locals sneered at her calling her drunk. Sadly, Mary Anning died just aged 47, in 1846. Only on her death bed did she begin to get the respect she deserved. The Geological Society of London made her an honorary member and began to write about her life's achievements. Now, her outstanding contribution to palaeontology is fully recognized. And she is a celebrated woman of science. She often said the famous tongue twister "she sells sea shells on the sea shore" was based on the life of Mary Anning. But it's hard to say for sure the truth is buried in the sand of the time.	aconsejaba. Más tarde, a los 22 años, María descubre el primer esqueleto de PLESIOSAUR. Expertos a través de su nuevo hallazgo fue falso. Compre eventualmente, ella como noche probada. La mujer no fue aceptada en la Sociedad Geológica en la época de Mary, por lo que probablemente no fue creada por sus descubrimientos innovadores. Algunos hombres incluso dieron conferencias introduciendo sus nuevos hallazgos sin mencionar a la mujer que los había descubierto. Sin embargo, Mary se determinó el resto, se hizo cargo de la compra de los fósiles de Shell y continuó el ataque a las antiguas criaturas del Jurásico. Estudió las rocas con tanto cuidado que nunca vio coprolitos, bultos y caca fosilizada. A pesar de todo esto, todavía no era muy respetada en la comunidad local y el resto era muy pobre. La cosa empeoró. Su querido perro Toby fue asesinado en un deslizamiento de tierra y ella se enfermó con un cáncer de mama. La medicina que le dieron la hizo increíblemente. Los lugareños la atendieron llamándola borracha. Lamentablemente, Mary Anning murió apenas 47 años, en 1846. Sólo en su lecho de muerte comenzó a recibir el respeto que se merecía. La Sociedad Geológica de Londres la convirtió en miembro honorable y comenzó a escribir sobre los logros de su vida. Ahora, su destacada contribución a la paleontología está completamente reconocida. Y ella es una mujer célebre de la ciencia. Ella dijo que el famoso trabalenguas "vende mar, conchas en la orilla del mar" se basó en la vida de Mary Anning. Pero es difícil decir con seguridad que la verdad está enterrada en la arena de la época.
---	---

Elaboración Propia:

SESIÓN 2:

Actividad de desarrollo 2 (A.D2): Qué información facilitan los fósiles

PLANTILLA DE PENSAMIENTO COMPARAR Y CONTRASTAR

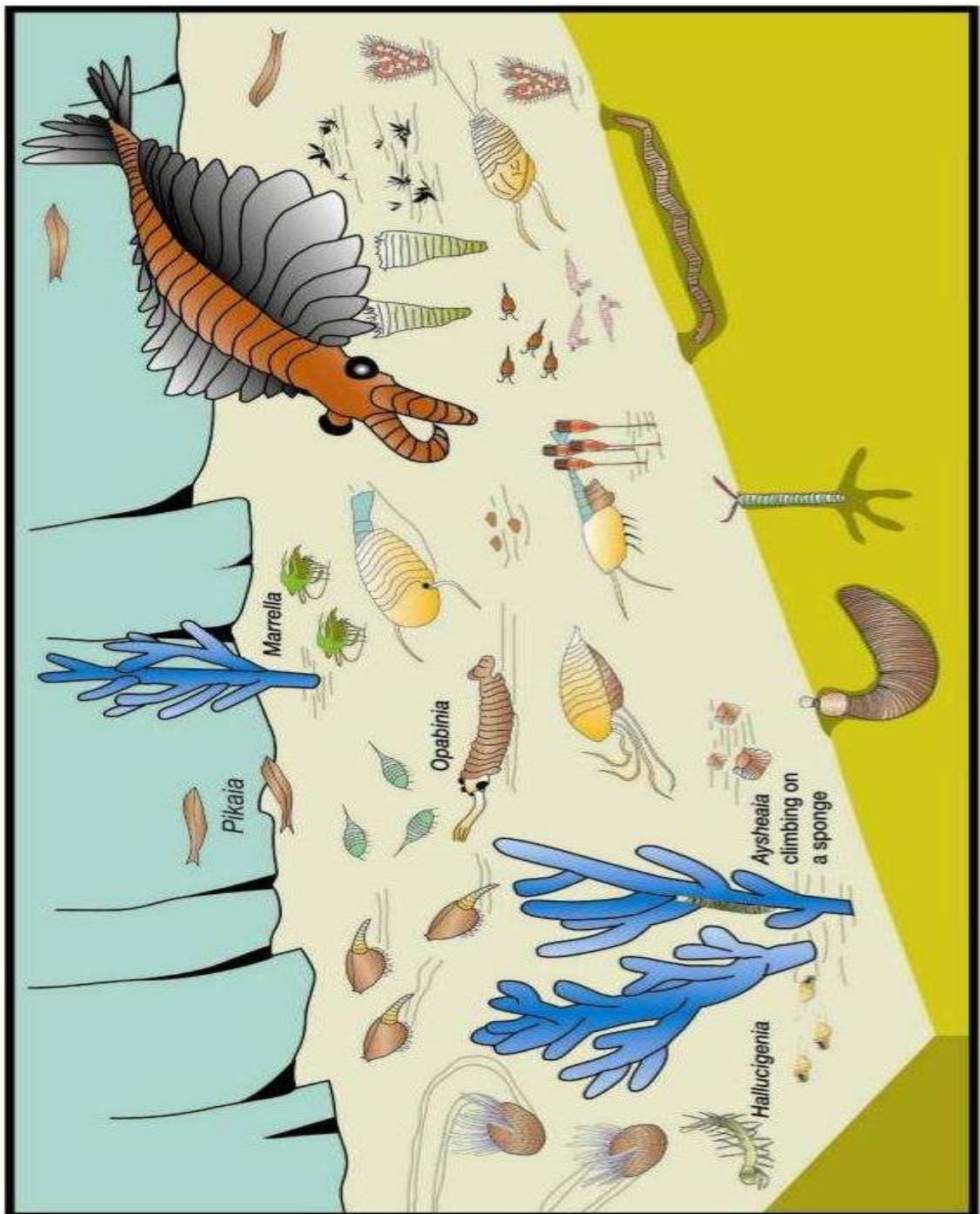


SESIÓN 3:

Actividad de iniciación 3 (A.I3): Introducción al Tiempo Geológico y Extinciones: “Criaturas curiosas”

Enlace Canción del Cámbrico: https://www.earthlearningidea.com/Video/Camb_Explosion.html

https://www.earthlearningidea.com/PDF/119_Curious_creatures.pdf



SESIÓN 3

A.C3: COMPLETAR LA ESCALA GEOLOGICA

SESIÓN 4:

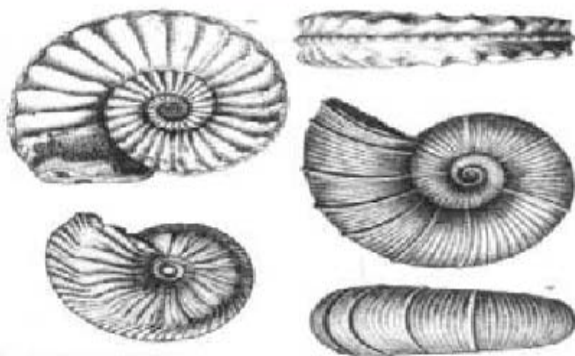
Actividad de iniciación (A.1b): La geología es noticia Texto 2



SESIÓN 6:

Actividad de consolidación 2 (A.C2) 0: "EL MENÚ DEL JURASICO"

Fossil sheet A

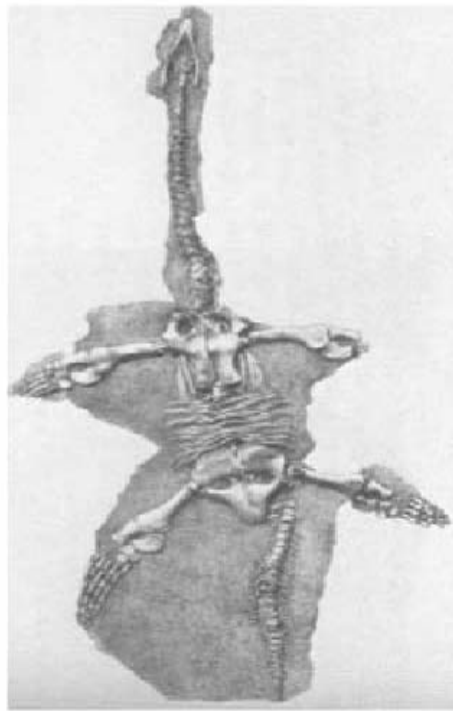


A Ammonites
(extinct squid-like animals)

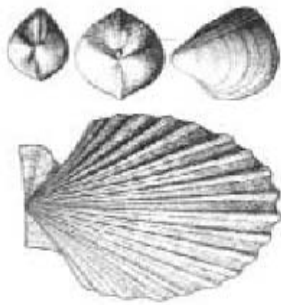
B Belemnites
(extinct squid-like animals)



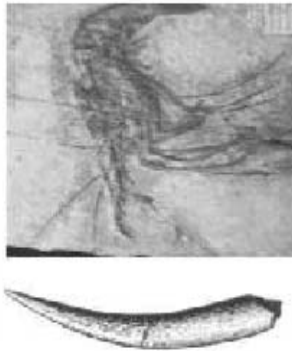
C Ichthyosaur (extinct marine reptile)



D Plesiosaur (extinct marine reptile)

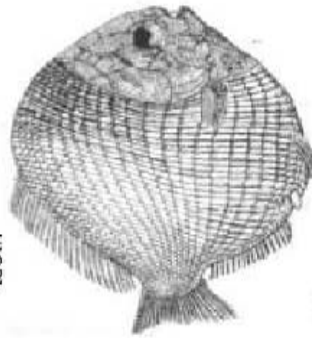


E Bivalve molluscs (shelly animals
such as clams and scallops)



F Crocodile
tooth

G Shrimp

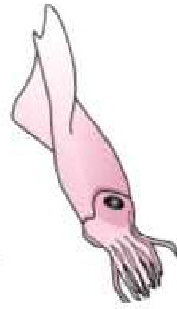


H Fish

Reconstruction sheet B



A Ammonite - ate crustaceans such as shrimp



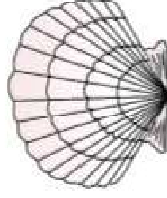
B Belemnite - ate crustaceans such as shrimp



C Ichthyosaur - has preserved stomach contents of squid-like animals



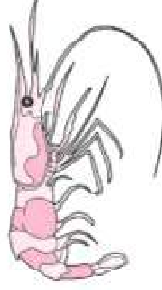
D Plesiosaur - ate fish



E Bivalve - ate plankton



F Crocodile - ate fish



G Shrimp - ate plankton

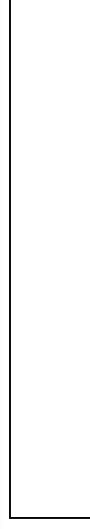


H Fish - ate plankton and bivalves

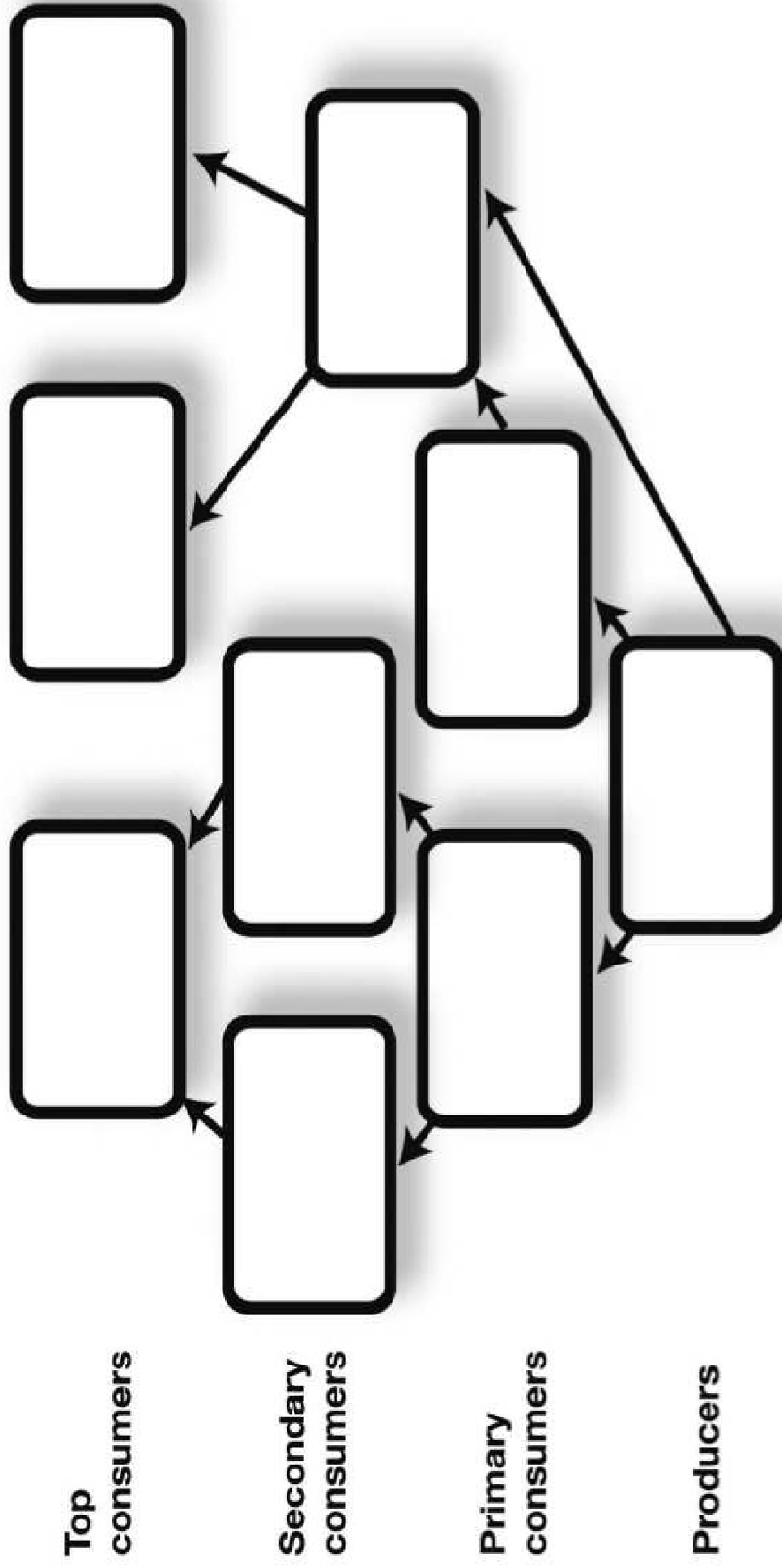


A Plankton - phytoplankton photosynthesises

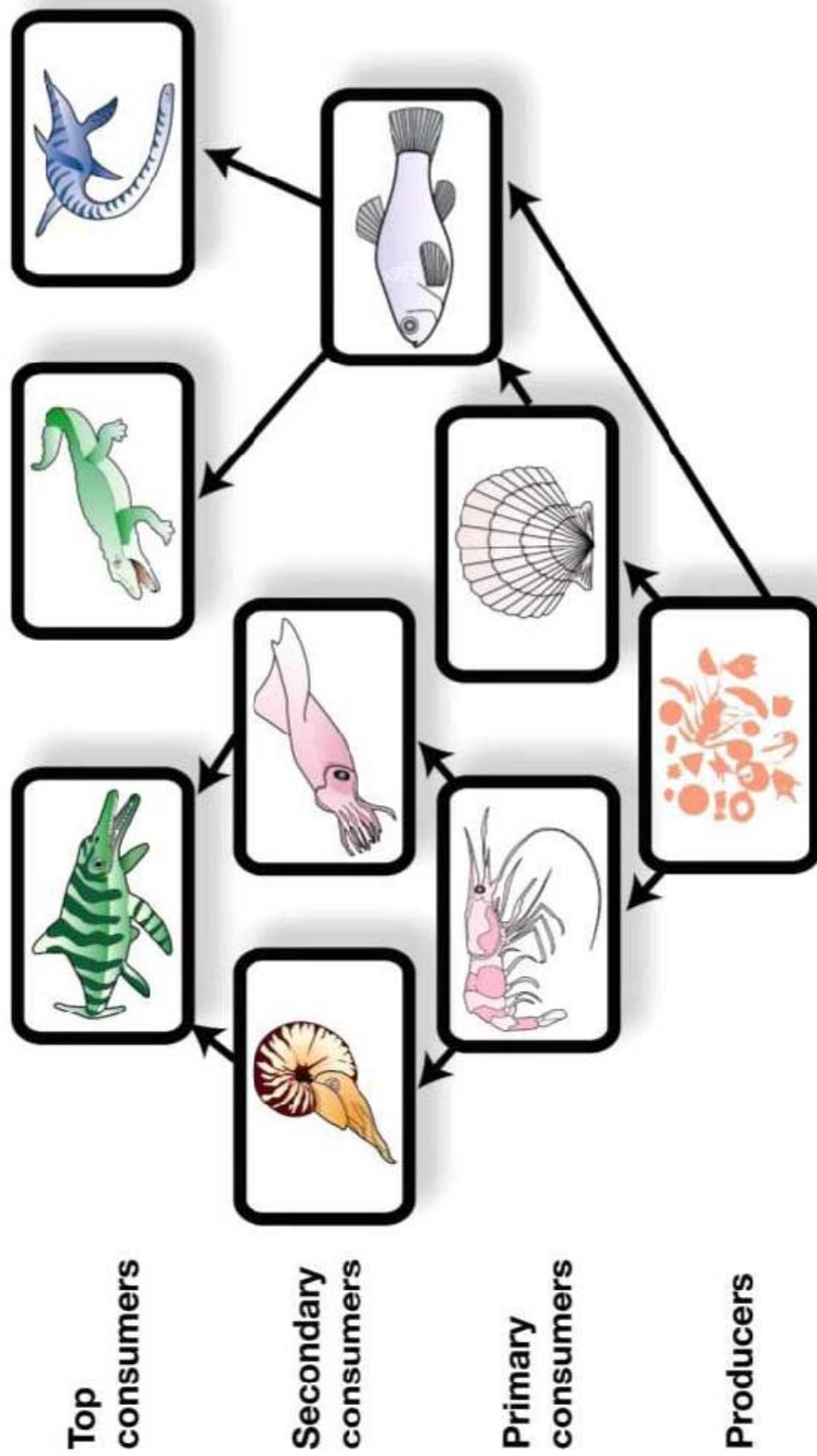
Reconstructions
are not to scale!



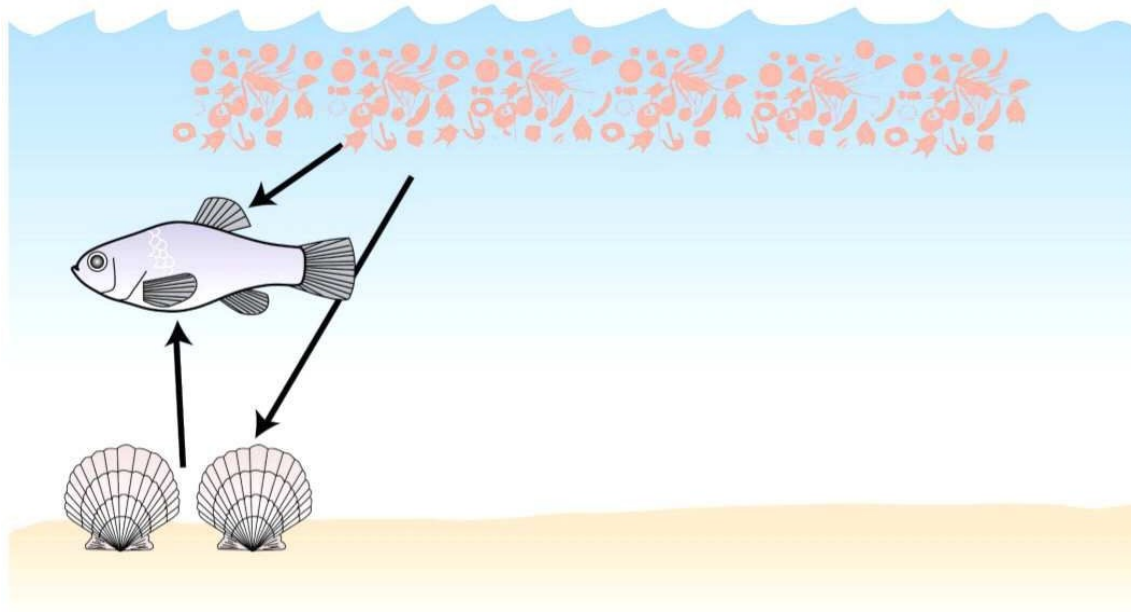
Fossil web sheet C



Fossil web sheet C with answers



Jurassic sea sheet D



ACT. A2 : Mapa LIGs



SESIÓN 7:

EXAMEN

IES VALLE DEL GUADALIMAR

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES

2018/2019

EXAMEN TEMA 9: LOS PROCESOS GEOLÓGICOS

4 ESO B

- 1- ¿Cómo se interpreta el Registro? Definir el principio de superposición y sucesión faunística
- 2- Define la serie Estratigráfica
- 3- Define la datación numérica (Absoluta)
- 4- Define el tiempo geológico
- 5- Marca con una cruz la respuesta correcta. Se refiere a millones de años por (ma)

La edad de la Tierra es de: a) 4600 ma, b) 6000 años c) 90 ma

Para la datación numérica se utiliza a) radioisótopo, b) termómetro, c) espectrofotómetro

Apareció la primera célula eucariota en a) Arcaico, b) Proterozoico, c) Fanerozoico

Apareció la primera célula procariota en a) Arcaico, b) Proterozoico, c) Fanerozoico

Aparecieron los primeros peces en a) Cámbrico, b) Ordovícico, c) Silúrico

Aparecieron las primeras plantas terrestres en a) Devónico, b) Ordovícico, c) Silúrico

Aparecieron las primeras aves en a) Pérmico, b) Triásico c) Jurásico

Aparecieron los primeros homínidos en a) Neógeno, b) Paleógeno, c) Silúrico

Aparecieron las primeras plantas t en a) Devónico, b) Ordovícico, c) Silúrico

La explosión Cámbrica fue en: a) Precámbrico, b) Cámbrico, c) Proterozoico

Completa la siguiente tabla

EÓN	ERA	PERIODO	EVENTO	TIEMPO
			Aparición Homo sapiens	
			Aparecen las plantas e invertebrados terrestres	443-416 ma
			Se forma el Sistema Solar	
			La gran mortandad, la mayor crisis de extinción en la Tierra	
			Aparecen las primeras células eucariota	
			Gran extinción de dinosaurios	

SESIÓN 8:

IES VALLE DEL GUADALIMAR

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES

2018/2019

EXAMEN TEMA 9: LOS PROCESOS GEOLÓGICOS

4 ESO B

RECUPERACIÓN

- 1- Define el Uniformismo
- 2- Define la serie Estratigráfica
- 3- Define la datación relativa
- 4- Completa la siguiente tabla

EÓN	ERA	PERIODO	EVENTO	TIEMPO
			Aparecen los primeros mamíferos	
			Aparecen las plantas e invertebrados terrestres	443-416 ma
			La fragmentación del Pangea	
			Aparecen las primeras células procariota	
			Aparecen las primeras células eucariota	
			Gran extinción de dinosaurios	

- RÚBRICA DE EVALUACIÓN DEL LAS RUTINAS DE PENSAMIENTO**
(ACT.I3)
(ACT. D1)
(ACT.D2)

	++	+	-	--	PORCENTAJE
	9-10	7-8	5-6	0-4	
EXPRESIÓN ESCRITA	Buena expresión y Sin faltas de ortografía	Buena expresión y Pocas faltas de ortografía	Expresión regular y pocas faltas de ortografía	Mala expresión y muchas faltas de ortografía	20%
PRESENTACIÓN	Muy buena presentación	Buena presentación	Algo de presentación	Ninguna presentación	10%
DOMINIO DE LOS CONTENIDOS	Muy buen dominio	Buen dominio	Aceptable dominio	Falta de dominio	40%
EXPRESIÓN ORAL	discurso coherente	Buena expresión oral	Expresión oral correcta pero falta coherencia	Mala expresión y coherencia	10%
TRABAJO EN GRUPO	Respeto y comunica adecuadamente	Respeto las opiniones pero no comunica bien	Respeto regular Tiene actitud comunicativa regular	Falta total de respeto y comunicación	20%

- RÚBRICA DE EVALUACIÓN DEL CUADERNO DEL ALUMNO Y DEL PORTFOLIO (ACT.I3)

	++ 9-10	+ 7-8	- 5-6	-- 0-4	PORCENTAJE
EXPRESIÓN ESCRITA	Buena expresión y Sin faltas de ortografía	Buena expresión y Pocas faltas de ortografía	Expresión regular y pocas faltas de ortografía	Mala expresión y muchas faltas de ortografía	20%
PRESENTACIÓN	Muy buena presentación	Buena presentación	Algo de presentación	Ninguna presentación	10%
DOMINIO DE LOS CONTENIDOS	Muy buen dominio	Buen dominio	Aceptable dominio	Falta de dominio	70%