

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

ESCUELA INTERNACIONAL DE MÁSTER



Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato,
Formación profesional y Enseñanza de Idiomas.

Especialidad en Biología y Geología

COMPRIENDIENDO EL TIEMPO GEOLÓGICO A TRAVÉS DE UNA SECUENCIA DE ACTIVIDADES

**UNDERSTANDING OF GEOLOGIC TIME CONCEPT BY A
SEQUENCE OF ACTIVITIES**

Trabajo Fin de Máster

Curso académico 2018 – 2019

Junio 2019

Marina Celia Campos Mañas

Director: Juan Gisbert Gallego

Contenido

1. Resumen y palabras clave	4
1. Abstract and keywords	5
2. Objetivo	6
2.1. Objetivo general	6
2.2. Objetivo Específico	6
3. Fundamentación teórica.....	6
3.1 Análisis del currículo de la E.S.O.	6
3.2 Competencia científica	11
3.3. Concepciones alternativas: aprendizaje constructivista	13
3.4. El Tiempo geológico y su comprensión	15
4. Metodología.....	17
4.1. Diseño y propuesta didáctica.....	17
4.2. Aprendizaje por indagación: enfoque IBSE	19
4.3. Evaluación interna de la secuencia de actividades	19
5. Resultados y discusión	20
5.1. Secuencia de actividades propuesta.....	20
ACTIVIDADES DE INTRODUCCIÓN	22
ACTIVIDADES PRIMER CONCEPTO: CAMBIO GEOLÓGICO.....	24
ACTIVIDADES SEGUNDO CONCEPTO: FACIES	25
ACTIVIDAD TERCER CONCEPTO: SUCESIÓN CAUSAL.....	28
ACTIVIDADES CUARTO CONCEPTO: CRONOLOGÍA	29
ACTIVIDADES FINALES: ESCALA DEL TIEMPO GEOLÓGICO	30
5.2. Resultados de la implementación de la secuencia de actividades y evaluación interna de la propuesta.....	32
5.3. Experiencia en el centro durante la intervención intensiva	34

6. Conclusiones y propuesta de mejora	37
7. Bibliografía.....	39
8. Anexos.....	40
Anexo 1	40
Actividad 1. Retrocediendo mientras el tiempo avanzaba. Ficha.....	40
Actividad 2. Tabla 1: eventos sucedidos durante la historia de La Tierra.....	41
Actividad 2. Rascacielos geológico para completar. Ficha.	42
Actividades 3, 4, 5 y 6. Tabla 2: “Concepto de Cambio”.....	43
Actividad 7. ¿Cuánto tiempo tarda? Ficha.	45
Actividad 8, 9, 10 y 11. Tabla 3: “Concepto de Facies”.	46
Actividad 12. Diagrama y fotos para la actividad. Ficha.	47
Actividad 13. Información para realización de ficha o diapositivas para clase.....	48
Actividad 14. La superposición de estratos. Tabla 4: Principio o Ley. Aplicación de los principios estudiados. Ficha.....	51
Anexo 2	52

1. Resumen y palabras clave

En el currículo de la asignatura Biología y Geología de 4º de ESO de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) se incluye un bloque dedicado al estudio de “La dinámica de la Tierra”. En los libros de texto generalmente se dedican tres o cuatro temas para describir los contenidos de este bloque, pero siempre de forma que el alumno estudia los conceptos de memoria y realiza actividades. Se acordó con la tutora del centro La Salle, dónde se realizaron las prácticas, que en la etapa de intervención intensiva se llevaría a cabo la explicación del “Tema 5 – La Tierra Cambia” en forma de secuencia de actividades.

Por ello, la finalidad del presente Trabajo fin de Máster es diseñar una secuencia de actividades dónde los alumnos vayan aprendiendo los conceptos a la vez que participan en clase. Se intentará alejarse del enfoque de enseñanza tradicional basado en la explicación del profesor para asumir una visión constructivista del aprendizaje. De esta forma se pretende conseguir un aprendizaje significativo, dónde el estudiante es el protagonista y durante el que podrán contrastar las diferencias entre lo que pensaban o se imaginaban antes de cada actividad y lo que la ciencia puede demostrar.

Para el estudio de este tema se atendió al concepto de Tiempo Geológico y a sus cuatro subconceptos (cambio, facies, sucesión causal y cronología) definidos y estudiados en profundidad en muchas publicaciones científicas por el experto Emilio Pedrinaci.

Palabras clave: Geología, Educación Secundaria Obligatoria, Tiempo Geológico, Sistema Tierra, cambio, facies, sucesión causal, cronología.

1. Abstract and keywords

In the Biology and Geology subject curriculum of the 4th year of Compulsory Secondary Education a block dedicated to the study of "The Dynamics of the Earth" is included. In textbooks, three or four chapters are usually dedicated to describe the contents of this block, but normally the student memorized the concepts and performs activities without understand what they are doing. It was agreed with the tutor of the school "La Salle", where the internships were carried out, that in the intensive intervention by the student in practices the explanation of "Chapter 5 - The Earth Changes" would be studied by a sequence of activities.

Therefore, the purpose of this Master's Thesis is to design a sequence of activities where the students will learn the concepts while they participate in class. An attempt will be made to move away from the traditional teaching approach based on the teacher's explanation to assume a constructivist vision of learning. In this way it is intended to achieve significant learning, where the student is the protagonist and during which they can contrast the differences between what they thought or imagined before each activity and what science can demonstrate.

For the study of this topic, the concept of Geological Time and its four sub-concepts (change, facies, causal succession and chronology) were considered. This concepts were defined and studied in depth in many scientific publications by the expert Emilio Pedrinaci.

Keywords: Geology, Compulsory Secondary Education, Geological Time, Earth System, change, facies, causal succession, chronology.

2. Objetivo

2.1. Objetivo general

El objetivo general de este Trabajo Fin de Máster es el diseño de una secuencia de actividades con las que abordar la Unidad Didáctica “La Tierra Cambia” desde un enfoque constructivista, en el que el alumno participa lo máximo posible en clase y en su aprendizaje. Esta secuencia de actividades va dirigida a alumnos del cuarto curso de la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO). La secuencia está planificada para que los estudiantes vayan descubriendo poco a poco el concepto de Tiempo Geológico. Para ello es necesario que relacionen conceptos, que se estudiarán y aplicarán durante las actividades, con conocimientos o ideas previas que ya tenían.

2.2. Objetivo Específico

Los objetivos específicos de aprendizaje se resumen en:

- Analizar e interpretar información para llegar a la comprensión de lo que en el libro de texto se propone como “la teoría”.
- Expresar y discutir sus ideas de forma oral, escrita o mediante dibujos.
- Obtener conclusiones basadas en información suministrada en forma de datos, imágenes o dibujos.
- Comprender el papel de los científicos que estudian “La Tierra y sus cambios”, cómo lo han hecho y cómo lo hacen ahora, para qué sirve, y cómo se ha construido la Escala del Tiempo Geológico.
- Tomar conciencia de la información que pueden darnos las rocas y cómo se ha construido, en base a esta información, la historia de La Tierra.
- Crear una perspectiva temporal sobre los cambios que han afectado a nuestro planeta y a los organismos vivos del pasado.

3. Fundamentación teórica

3.1 Análisis del currículo de la E.S.O.

Para la elaboración y el desarrollo de una propuesta didáctica es fundamental hacer una revisión del currículo con el fin de analizar los elementos principales en el reflejado para el proceso de enseñanza/aprendizaje. Se consideran como determinantes los

objetivos, contenidos y las **competencias** relacionadas con la unidad a desarrollar. Para el análisis se recurre al Boletín Oficial del Estado (BOE), Real Decreto 1105/2014 [1], en el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y del Bachillerato. Según este currículo los **objetivos** son expresados de la siguiente forma: *“la asignatura de Biología y Geología debe contribuir durante la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) a que el alumnado adquiera unos conocimientos y destrezas básicas que le permitan adquirir una cultura científica”*; también se indica *“que los estudiantes deben identificarse como agentes activos y reconocer que de sus actuaciones y conocimientos dependerá el desarrollo de su entorno”*.

Respecto a los **contenidos** de Geología, tras un estudio detallado de los bloques de la asignatura de Biología y Geología, podemos notar que durante los cursos de primero y tercero de ESO son muy generales, incluidos en el Bloque 5, El relieve Terrestre y su Evolución. Pero en el cuarto curso de ESO tienen mayor relevancia, especificándose en el Real Decreto 1105/2014 que *“en el cuarto curso de la ESO, se inicia al alumnado en las grandes teorías que han permitido el desarrollo más actual de esta ciencia”*, siendo una de ellas la tectónica de placas, dentro del Bloque 2 (La dinámica de la Tierra). El desarrollo de estos conocimientos continúa en Bachillerato, ya que, en esta etapa *“la Geología toma como hilo conductor la teoría de la tectónica de placas. A partir de ella se hará énfasis en la composición, estructura y dinámica del interior terrestre, para continuar con el análisis de los movimientos de las placas y sus consecuencias: expansión oceánica, relieve terrestre, magmatismo, riesgos geológicos, entre otros y finalizar con el estudio de la geología externa”*. Más concretamente, se exponen a continuación los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables que recoge el BOE para la asignatura de Biología y Geología del curso 4º de la ESO, en este Bloque de Geología en la Tabla 1. Junto a estos contenidos, se establece una serie de criterios de evaluación y estándares de aprendizaje, entendidos por el decreto como:

- Contenidos: conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que contribuyen al logro de los objetivos de cada enseñanza y etapa educativa y a la adquisición de competencias. Los contenidos se ordenan en asignaturas, que se clasifican en materias y ámbitos, en función de las etapas educativas o los programas en que participe el alumnado.

- Estándares de aprendizaje evaluables: especificaciones de los criterios de evaluación que permiten definir los resultados de aprendizaje, y que concretan lo que el estudiante debe saber, comprender y saber hacer en cada asignatura; deben ser observables, medibles y evaluables y permitir graduar el rendimiento o logro alcanzado. Su diseño debe contribuir y facilitar el diseño de pruebas estandarizadas y comparables.

- Criterios de evaluación: son el referente específico para evaluar el aprendizaje del alumnado. Describen aquello que se quiere valorar y que el alumnado debe lograr, tanto en conocimientos como en competencias; responden a lo que se pretende conseguir en cada asignatura.

Tabla 1. Bloque 2 - La dinámica de la Tierra. Contenidos del bloque recogidos en el BOE, Real Decreto 1105/2014 [1].

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 2. La dinámica de la Tierra		
<p>- La historia de la Tierra.</p> <p>- El origen de la Tierra. El tiempo geológico: ideas históricas sobre la edad de la Tierra. Principios y procedimientos que permiten reconstruir su historia.</p> <p>Utilización del actualismo como método de interpretación.</p> <p>- Los eones, eras geológicas y periodos geológicos: ubicación de los acontecimientos geológicos y biológicos importantes.</p> <p>- Estructura y composición de la Tierra. Modelos geodinámico y geoquímico.</p> <p>- La tectónica de placas y sus manifestaciones: Evolución histórica: de la Deriva Continental a la Tectónica de Placas.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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. 6. Comprender los diferentes modelos que explican la estructura y composición de la Tierra. 7. Combinar el modelo dinámico de la estructura interna de la Tierra con la teoría de la tectónica de placas. 8. Reconocer las evidencias de la deriva continental y de la expansión del fondo oceánico. 9. Interpretar algunos fenómenos geológicos asociados al movimiento de la litosfera y relacionarlos con su ubicación en mapas terrestres. Comprender los fenómenos naturales producidos en los contactos de las placas. 10. Explicar el origen de las cordilleras, los arcos de islas y los orógenos térmicos. 11. Contrastar los tipos de placas litosféricas asociando a los mismos movimientos y consecuencias. 12. Analizar que el relieve, en su origen y evolución, es resultado de la interacción entre los procesos geológicos internos y externos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.1. 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. 6.1. Analiza y compara los diferentes modelos que explican la estructura y composición de la Tierra. 7.1. Relaciona las características de la estructura interna de la Tierra asociándolas con los fenómenos superficiales. 8.1. Expresa algunas evidencias actuales de la deriva continental y la expansión del fondo oceánico. 9.1. Conoce y explica razonadamente los movimientos relativos de las placas litosféricas. 9.2. Interpreta las consecuencias que tienen en el relieve los movimientos de las placas. 10.1. Identifica las causas que originan los principales relieves terrestres. 11.1. Relaciona los movimientos de las placas con distintos procesos tectónicos. 12.1. Interpreta la evolución del relieve bajo la influencia de la dinámica externa e interna.

El último elemento por tratar son las **competencias** *“entendidas como una combinación de conocimientos, capacidades, destrezas y actitudes adecuadas al contexto”* ya que el aprendizaje basado en estas *“favorece la autonomía y la implicación del alumnado en su propio aprendizaje y con ello, su motivación por aprender”* según el Real Decreto 111/2016. Las orientaciones de la Unión Europea insisten en la necesidad de la adquisición de las competencias clave por parte de la ciudadanía como condición indispensable para lograr que los individuos alcancen un pleno desarrollo personal, social y profesional que se ajuste a las demandas de un mundo globalizado y haga posible el desarrollo económico, vinculado al conocimiento. Es por ello por lo que la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, establece que las competencias están estrechamente relacionadas con los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. De tal forma que *“incide en los nuevos enfoques en el aprendizaje y en la evaluación que, a su vez, implican cambios en la organización y la cultura escolar con la incorporación de planteamientos metodológicos innovadores”*.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 2.2 del Real Decreto 1105/2014, del 26 de diciembre, las competencias básicas definidas son:

- a) Comunicación lingüística.
- b) Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.
- c) Competencia digital.
- d) Aprender a aprender.
- e) Competencias sociales y cívicas.
- f) Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.
- g) Conciencia y expresiones culturales.

Además, se especifica que *“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”*.

3.2 Competencia científica

A continuación, centraremos nuestra atención en la competencia destinada al conocimiento e interacción con el mundo físico (también llamada “competencia científica”). La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) define para El Informe del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA) que la competencia científica es *“la capacidad de comprometerse con cuestiones relacionadas con la ciencia y con las ideas de la ciencia, como un ciudadano reflexivo que participa en un discurso razonado acerca de la ciencia y la tecnología”*.

La Competencia Científica se refleja en la comprensión de los principales hechos, conceptos y teorías explicativas que forman la base del conocimiento científico clasificado en:

- Conocimiento de contenido: involucra la comprensión sobre cómo se estableció el conocimiento científico y su naturaleza.
- Conocimiento procedimental: procedimientos y estrategias de la investigación científica.
- Conocimiento epistemológico: objetivos, propósitos, valores, naturaleza y diferencias entre la ciencia y la tecnología.

Estos conocimientos tienen tres principales aplicaciones:

- Explicar fenómenos de manera científica.
- Evaluar y diseñar la investigación científica.
- Interpretar datos y evidencia de manera científica.

Tomando esto como base, la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, establece que:

“Las competencias básicas en ciencia y tecnología son aquellas que proporcionan un acercamiento al mundo físico y a la interacción responsable con él desde acciones, tanto individuales como colectivas, orientadas a la conservación y mejora del medio natural, decisivas para la protección y mantenimiento de la calidad de vida y el progreso de los pueblos. Estas competencias contribuyen al desarrollo del pensamiento científico, pues incluyen la aplicación de los métodos propios de la racionalidad científica y las destrezas tecnológicas, que conducen a la adquisición de conocimientos, el contraste de ideas y la aplicación de los descubrimientos al bienestar social. Las competencias en ciencia y

tecnología capacitan a ciudadanos responsables y respetuosos que desarrollan juicios críticos sobre los hechos científicos y tecnológicos que se suceden a lo largo de los tiempos, pasados y actuales. Estas competencias han de capacitar, básicamente, para identificar, plantear y resolver situaciones de la vida cotidiana – personal y social– análogamente a como se actúa frente a los retos y problemas propios de las actividades científicas y tecnológicas. Para el adecuado desarrollo de las competencias en ciencia y tecnología resulta necesario abordar los saberes o conocimientos científicos relativos a la física, la química, la biología, la geología, las matemáticas y la tecnología, los cuales se derivan de conceptos, procesos y situaciones interconectadas.

Se requiere igualmente el fomento de destrezas que permitan utilizar y manipular herramientas y máquinas tecnológicas, así como utilizar datos y procesos científicos para alcanzar un objetivo; es decir, identificar preguntas, resolver problemas, llegar a una conclusión o tomar decisiones basadas en pruebas y argumentos. Asimismo, estas competencias incluyen actitudes y valores relacionados con la asunción de criterios éticos asociados a la ciencia y a la tecnología, el interés por la ciencia, el apoyo a la investigación científica y la valoración del conocimiento científico; así como el sentido de la responsabilidad en relación a la conservación de los recursos naturales y a las cuestiones medioambientales y a la adopción de una actitud adecuada para lograr una vida física y mental saludable en un entorno natural y social”.

Dentro de los ámbitos que deben abordarse para la adquisición de las competencias en ciencias y tecnología se encuentran los Sistemas de la Tierra y del Espacio, desde la perspectiva geológica y cosmogónica. El conocimiento de la historia de la Tierra y de los procesos que han desembocado en su configuración actual, son necesarios para identificarnos con nuestra propia realidad. Los saberes geológicos, unidos a los conocimientos sobre la producción agrícola, ganadera, marítima, minera e industrial, proporcionan, además de formación científica y social, valoraciones sobre las riquezas de nuestro planeta que deben defenderse y acrecentarse. Asimismo, el conocimiento del espacio exterior, del Universo del que formamos parte, estimula uno de los componentes esenciales de la actividad científica: la capacidad de asombro y la admiración ante los hechos naturales.

Además, la adquisición de las competencias en ciencia y tecnología requiere, de manera esencial, la formación y práctica en los siguientes dominios [1]:

– Investigación científica: como recurso y procedimiento para conseguir los conocimientos científicos y tecnológicos logrados a lo largo de la historia. El acercamiento a los métodos propios de la actividad científica –propuesta de preguntas, búsqueda de soluciones, indagación de caminos posibles para la resolución de problemas, contrastación de pareceres, diseño de pruebas y experimentos, aprovechamiento de recursos inmediatos para la elaboración de material con fines experimentales y su adecuada utilización– no solo permite el aprendizaje de destrezas en ciencias y tecnologías, sino que también contribuye a la adquisición de actitudes y valores para la formación personal: atención, disciplina, rigor, paciencia, limpieza, serenidad, atrevimiento, riesgo y responsabilidad.

– Comunicación de la ciencia: para transmitir adecuadamente los conocimientos, hallazgos y procesos. El uso correcto del lenguaje científico es una exigencia crucial de esta competencia: expresión numérica, manejo de unidades, indicación de operaciones, toma de datos, elaboración de tablas y gráficos, interpretación de estos, secuenciación de la información, deducción de leyes y su formalización matemática.

Teniendo en cuenta todo esto, para elaborar esta secuencia de actividades se han tenido en cuenta los aspectos asociados a la competencia científica, para con ello ayudar al alumnado a seguir trabajando estas habilidades en su proceso de aprendizaje.

3.3. Concepciones alternativas: aprendizaje constructivista

Si bien es imprescindible atender a este último requisito que menciona el BOE “Comunicación de la ciencia” para que el alumnado transmita y comunique lo aprendido en clase de ciencias, no podemos pasar por alto que, al hacerlo, también quedan expuestas las explicaciones propias que toda persona elabora sobre lo que percibe.

En primer lugar, es importante darle nombre a esta teoría. Es la Teoría Constructivista del Aprendizaje la que sostiene que el conocimiento no se descubre, se construye [5]. Es decir, el alumno construye su conocimiento a partir de su propia forma de ser, pensar e interpretar la información. Se ve al alumno como un ser responsable que participa activamente en su proceso de aprendizaje. El Constructivismo ha recibido aportes de importantes autores, entre los cuales se encuentran Jean Piaget, Vygotsky, Ausubel y

Bruner. Piaget aporta a la teoría Constructivista el concebir el aprendizaje como un proceso interno de construcción, en donde el individuo participa activamente adquiriendo estructuras cada vez más complejas. Bruner añade que el aprendizaje es un proceso activo en el cual los alumnos construyen nuevas ideas o conceptos basándose en su conocimiento corriente o pasado. El alumno selecciona y transforma información, construye hipótesis, y toma decisiones, confiando en una estructura cognitiva para hacerlo [5]. Los esquemas o modelos mentales proveen significado y organización a las experiencias y permiten al individuo ir más allá de la información dada.

De esta forma, Driver [3] señala que las personas crean un sistema de ideas y creencias sobre cómo suceden las cosas para explicar el mundo que conocen y predecir hechos futuros. Este sistema se construye mediante la interacción con la información exterior, dando lugar a significados mediante un proceso interno de regulación, de forma que el conocimiento es siempre construido activamente por el sujeto que aprende, basándose en su experiencia. Estas ideas son llamadas concepciones alternativas, errores conceptuales, preconceptos, lo que el alumno ya sabe, ideas previas o ideas de los estudiantes [4]. Al recibir nueva información, esta interacciona con las concepciones alternativas de manera que amplían o cambian la idea inicial.

A modo de síntesis, se puede desglosar este papel activo en las siguientes características de la visión constructivista [5]:

- a) La importancia de los conocimientos previos, de las creencias y de las motivaciones de los alumnos.
- b) El establecimiento de relaciones entre los conocimientos para la construcción de mapas conceptuales y la ordenación de los contenidos de memoria (construcción de redes de significado).
- c) La capacidad de construir significados a base de reestructurar los conocimientos que se adquieren de acuerdo con las concepciones básicas previas del sujeto.
- d) Los alumnos auto-aprenden dirigiendo sus capacidades a ciertos contenidos y construyendo ellos mismos el significado de esos contenidos que han de procesar.

De esta forma, la teoría Constructivista permite orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la experiencia, en la cual se recomiendan menos clases magistrales para dar paso a una mayor actividad del alumno. La aplicación del modelo Constructivista al aprendizaje también implica el reconocimiento de que cada persona aprende de diversas

maneras, requiriendo estrategias metodológicas pertinentes que estimulen potencialidades y recursos, y que propician un alumno que valora y tiene confianza en sus propias habilidades para resolver problemas, comunicarse y aprender a aprender [5].

Cabe destacar que, según trabajos de investigación sobre didáctica de las ciencias [6]–[8], estas ideas previas de los alumnos no suelen coincidir con las explicaciones científicas y, además, los estudiantes muestran resistencia a la hora de cambiar unas por otras o incluso pueden llegar a coexistir diferentes concepciones sobre el mismo tema. Es por ello que, si se quiere promover un aprendizaje constructivista, debemos guiar al alumnado a nuevas formas de razonamiento que les permitan hacer un cambio progresivo de ideas, dónde a priori expresarán sus concepciones alternativas y el profesor será el encargado de mostrarles el camino, usando la ciencia, hacia los conocimientos científicos.

De esta forma, a la hora de diseñar la secuencia de actividades para el presente Trabajo Fin de Máster, se han tenido en cuenta las posibles ideas previas del alumno referentes al tema a tratar, así como las dificultades que ya hay reportadas en diversos estudios de la enseñanza de la geología por autores de prestigio. El objetivo siempre fue mostrar y guiar al alumno a los contenidos del tema teniendo en cuenta la visión constructivista, dejándoles expresar sus ideas e intentando que ellos mismos las contrastaran con datos y pruebas reales.

3.4. El Tiempo geológico y su comprensión

En este apartado se desarrollan las concepciones alternativas y problemáticas del estudiante al enfrentarse al concepto de Tiempo Geológico. Además, se detalla qué conceptos son esenciales para su entendimiento según el experto en la materia Emilio Pedrinaci. Fue muy importante tener en cuenta esta información para el diseño de la secuencia de actividades, ya que sirvió de modelo para ordenar las actividades y adelantarse a las dificultades de aprendizaje que presentarían los alumnos respecto a los conocimientos geológicos más relevantes.

El primer aspecto a tener en cuenta es que el tiempo geológico es un concepto complejo que está integrado por cuatro subconceptos que se relacionan entre sí: cambio geológico, facies, sucesión causal y cronología [9]. Se proponen, para la construcción de cada subconcepto, diferentes ideas clave importantes:

- Cambio Geológico: es importante el paso de una concepción estática a otra dinámica. El alumno debe entender que todo está en continuo cambio y que no todos son

notables durante nuestro corto periodo de vida. En este sentido, la lentitud, considerada desde la escala temporal humana, con que ocurren la mayor parte de los procesos geológicos es un obstáculo para guiar al alumnado hacia el entendimiento de este subconcepto.

- Concepto de facies: se refiere a la comprensión de dos ideas clave partiendo de una visión dinámica de los procesos que ocurren en la superficie terrestre. La primera, que los estratos y las rocas son “archivos históricos” que contienen en su interior información sobre el momento en que se originaron y las condiciones en que lo hicieron, y la segunda, que la labor del geólogo es interpretar dichos archivos para reconstruir la historia geológica de una zona, y en conjunto, la historia de la Tierra. El fijismo y el creacionismo han constituido modelos interpretativos inhibidores de este concepto y nuestros alumnos pueden tener algunas ideas parecidas.

- Sucesión causal: hace referencia a la necesidad de que exista una lógica interna que permita secuenciar los procesos, estableciendo un orden en la sucesión temporal. De esta forma, los estratos no solo nos dan información del momento en el que se formaron, sino que también nos dan información de deformaciones y otros procesos posteriores que sufrieron y que han dejado huellas en estos estratos.

- Cronología: los aspectos cronológicos son los más evidentes en el concepto de tiempo geológico. Es importante hacer ver al alumno que durante la historia del hombre se han tenido pensamientos muy diferentes sobre la edad de la Tierra y se ha calculado con diferentes métodos. El antropocentrismo y la perspectiva teológica han dado lugar a la identificación de la historia de la humanidad con la historia de la Tierra, lo que supone un obstáculo en la reconstrucción del pasado terrestre.

En estos subconceptos están basadas diferentes propuestas publicadas de actividades que los relacionan y ayudan a su entendimiento, así como orientaciones para su tratamiento a lo largo de la educación secundaria [10]–[12], que han sido utilizadas para diseñar la secuencia de actividades en este Trabajo Fin de Máster.

4. Metodología

4.1. Diseño y propuesta didáctica

Previamente al inicio de la etapa intensiva se acordó tanto la unidad didáctica a impartir como las horas de las que se dispondría y los cursos en los que se realizaría. Como ya se ha mencionado, la unidad didáctica para impartir en esta etapa de las prácticas fue “La Tierra Cambia” prevista en el curriculum de 4º ESO recogido en el Real Decreto 1105/2014 de 26 de diciembre, dentro del bloque 2 (“La dinámica de la Tierra”) de la asignatura de Biología y Geología. Se dispusieron de doce sesiones de clase y se impartirá en ambos grupos de 4º ESO para poder recoger y experimentar las diferencias entre las dinámicas de los dos grupos. El libro que utilizan en este curso es “Biología y Geología. 4 ESO. Edelvives” de los autores Margarita García López y M.ª Esther Hoyas Ramos con ISBN 978-84-263-9918-2 [13]. Aunque se tomó como referencia otro, en el que se basarán las explicaciones, por recomendación de un profesor del Máster, “Biología y Geología. 4 ESO. Savia. SM” de los autores Emilio Pedrinaci, Concha Gil y José Antonio Pascual con ISBN 978-84-675-8697-8 [14].

Durante el diseño y desarrollo de la secuencia de actividades se tuvo en cuenta la visión constructivista del aprendizaje de la que se habla en el apartado 3.3, además de las concepciones alternativas y las dificultades del alumnado descritas en el apartado 3.4. Otro punto que se tuvo en cuenta mientras se diseñaba la unidad era el no sobrecargar a los alumnos con tareas para casa, la idea era que las actividades se hicieran en clase y que entre todos se ayudaran a comprender lo que se estaba estudiando cada día. Otro objetivo fue el de intentar captar la atención del alumno y despertar el interés con cada actividad.

El objetivo de esta secuencia de actividades es llegar a la comprensión del concepto de Tiempo geológico a través de sus cuatro conceptos clave: cambio geológico, facies, sucesión causal y cronología [15], así como entender cómo se ha creado la escala del Tiempo Geológico y para qué sirve. Para ello se siguen los siguientes **objetivos didácticos** descritos en el BOE:

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 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.

Para cumplir con este objetivo, los **contenidos** a tratar en la unidad se clasifican en conceptuales, procedimentales y actitudinales:

• **Contenidos conceptuales:**

1. El origen de la Tierra. El pensamiento humano: Catastrofismo, Uniformismo, Actualismo y Neocatastrofismo.
2. El concepto de tiempo en Geología
3. Las rocas como “archivos históricos”
4. La datación geológica
5. La escala del tiempo geológico: eones, eras y periodos.

• **Contenidos procedimentales**, descritos en el BOE:

- Identificar y describir hechos que muestren a la Tierra como un planeta cambiante, relacionándolos con los fenómenos que suceden en la actualidad.
- Reconstruir algunos cambios notables en la Tierra, mediante la utilización de modelos temporales a escala y reconociendo las unidades temporales en la historia geológica.
- Resolver problemas simples de datación relativa, aplicando los principios de superposición de estratos, superposición de procesos y correlación.
- Relacionar alguno de los fósiles guía más característico con su era geológica.

• **Contenidos actitudinales:**

- Comportamiento responsable.
- Actitud participativa.

- Evolución positiva a lo largo de la secuencia de actividades
- Aplicar lo aprendido

4.2. Aprendizaje por indagación: enfoque IBSE

Aunque no fue el objetivo del presente TFM desarrollar una secuencia de indagación, se utilizó el enfoque IBSE (siglas en inglés de Enseñanza de las Ciencias Basada en Indagación, *Inquiry-Based Science Education*) para el diseño de dos de las actividades de la secuencia. El objetivo de utilizar esta propuesta de enseñanza fue, como su propio nombre indica, llegar a la comprensión de algunos conceptos de geología por indagación para facilitar su comprensión. Como ya se ha definido en la introducción, una de las formas de construir conocimiento científico, a pesar de las ideas erróneas previas que tienen los estudiantes, es someterlos a situaciones reales para poner a pruebas sus ideas. Este enfoque no pretende que el estudiante adquiriera todos los conocimientos que necesitará para la vida adulta, sino las herramientas para que el aprendizaje sea exitoso, como la comprensión de las grandes ideas que le permitan entender el mundo que les rodea o de qué es la ciencia, así como la habilidad de comunicar ideas en ciencia o de continuar aprendiendo [16].

4.3. Evaluación interna de la secuencia de actividades

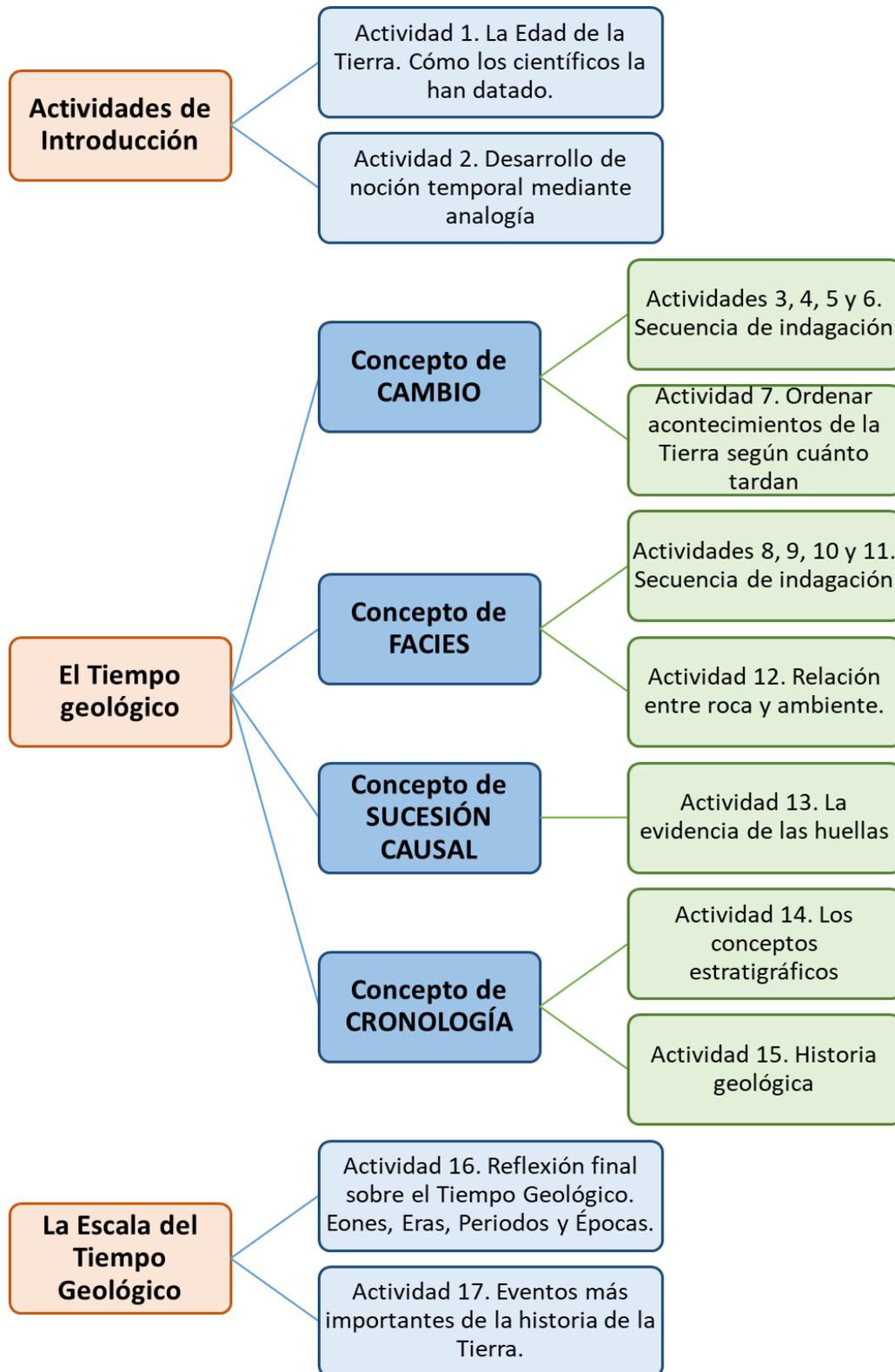
Para la reflexión y evaluación de la secuencia llevada a cabo se realizaron dos tareas, la primera escribir antes y después de cada clase lo que se pensaba que iba a suceder y lo que finalmente pasó, y la segunda reuniones con la tutora profesional cada dos o tres días para recibir un *feedback* sobre las clases. En el siguiente apartado se exponen los resultados.

5. Resultados y discusión

5.1. Secuencia de actividades propuesta

En todo momento se buscó la participación masiva de los alumnos, de esta forma se intentaban resolver actividades y durante la resolución se iban explicando los contenidos teóricos de forma sencilla y significativa. En el diseño de la propuesta de actividades tuvo un papel muy importante el tutor de este Trabajo Fin de Máster, Juan Gisbert, geólogo profesor titular de la Universidad de Almería. Además se utilizó el recurso didáctico *Earth Learning Idea* (ELI) [17], una página web dónde la Asociación de Geólogos de Reino Unido publica ideas de enseñanza diseñadas para ser un recurso para profesores y profesores en prácticas.

Esquema 1. Esquema de la secuencia de actividades realizadas durante las clases en relación con el contenido.



Se describen a continuación las actividades reflejadas en el esquema y que forman parte de esta secuencia, ajustadas a los objetivos de aprendizaje planteados. La información aquí descrita es para el profesor o la persona que quiera llevar a cabo estas actividades. En el Anexo 1 se encontrarán las fichas que se le pueden dar al alumnado, así como la información para preparar diapositivas de clase.

ACTIVIDADES DE INTRODUCCIÓN

Antes de empezar a trabajar con los conceptos clave, se realizaron dos actividades de introducción, las actividades 1 y 2.

Actividad 1. Calculando la edad de la Tierra: retrocediendo mientras el tiempo avanzaba [17].

Se da una Tabla a los alumnos para que relacionen fechas con el método de datación de la Tierra (Tabla en Anexo 1).

Tema: Esta actividad de relación estimula a que los alumnos reflexionen sobre cómo cambiaron con el tiempo las ideas sobre la edad de la Tierra.

Título: Conecte la línea del tiempo con la forma en que los científicos calcularon la edad de la Tierra.

Aprendizaje de los alumnos: Los alumnos aprenden a: (1) Describir cómo han cambiado con el tiempo las ideas de los científicos sobre la edad de la Tierra; (2) Describir algunos de los métodos creativos que han ideado los científicos para afrontar el problema de la “edad de la Tierra”.

Contexto: Nótese que algunos de los cálculos eran precisos, pero daban resultados erróneos porque no se conocían todos los datos en aquel momento. Por ejemplo, el cálculo de Lord Kelvin de que una Tierra fundida tardaría 24 millones de años en enfriarse era correcto; lo que él no sabía era que la Tierra se calentaba continuamente por descomposición radioactiva y, por tanto, es mucho más vieja que lo que él había calculado.

Conocimiento que se adquiere: Se han utilizado unos cuantos métodos distintos e innovadores para calcular la edad de la Tierra desde la primera estimación científica en 1779. Los cálculos de la edad de la Tierra por datación radiométrica han dado las cifras

más fiables, y en los últimos años se mantienen en un intervalo centrado en unos 4.600 millones de años, más fácil de recordar que unos 4.567 millones de años.

Desarrollo de habilidades cognitivas: Los alumnos percibirán muy pronto que se les forma un modelo (construcción) a medida que los cálculos de la edad de la Tierra, en general, dan datos cada vez mayores.

Conclusión: (i) Durante la historia de la datación de la Edad de La Tierra se han utilizado diferentes métodos para calcular su edad, pero el más exacto y el que actualmente se utiliza son las técnicas radiométricas. (ii) La historia de la Tierra se halla registrada en las rocas.

Actividad 2. El rascacielos geológico

Se realiza una similitud de la escala geológica con un edificio, para que los alumnos puedan representar eventos relevantes ocurridos a lo largo de la historia de la Tierra a escala en una hoja.

Tema: El concepto de un millón de años en la historia de la Tierra y acontecimientos más relevantes [12].

Subtítulo: Imagina un rascacielos de 23 pisos, cada piso tiene 2 metros de altura. Cuando entras en el ascensor, en la planta baja, el ascensorista anuncia el origen de la Tierra; cuando llegáis al último piso, anuncia el año 2019. Dibuja el rascacielos, y añade viñetas en cada piso anotando cada uno de los eventos de la tabla que va anunciando el ascensorista (Tabla 1, Anexo 1)

Para facilitar la labor al estudiante se ha representado el rascacielos (Dibujo en Anexo 1). Una vez acabado este ejercicio, se puede entablar un debate con la clase acerca de cuándo surge la vida en la Tierra, la aparición del hombre, grandes extinciones, etc. En mi caso realicé una actividad donde representaron en una cinta de papel de calculadora de 4.6 m los mismos eventos que habían representado en el edificio [12]. Al final de toda la secuencia de actividades esta cinta se completó con la información de la Escala de Tiempo Geológico de Eones, Eras y Periodos, pero esto lo veremos más adelante.

Aprendizaje de los alumnos: Desarrollo de nociones temporales mediante analogía. Los alumnos pueden hacerse una idea de un millón de años, 100 millones de años y 1000 millones de años, en comparación con sus propias vidas.

Principios subyacentes: Romper la barrera imaginativa o dificultad para representar mentalmente cifras de tan enorme magnitud.

Aprendizaje: Representación mental de largos periodos de tiempo.

ACTIVIDADES PRIMER CONCEPTO: CAMBIO GEOLÓGICO

Actividades 3, 4, 5 y 6: secuencia de indagación para llegar al entendimiento de cambio geológico.

En la Tabla 2 del Anexo 1 se puede ver la secuencia de indagación completa. Con estas preguntas e imágenes puede prepararse una ficha o diapositivas de clase.

Tema: concepto de cambio. Se seleccionan una serie de objetos/escenarios y se pregunta a los alumnos qué cambia y qué permanece constante. La intención es que haya cosas que no perciban su cambio y por eso nos dicen que permanecen iguales, pero hacerles investigar para que puedan determinar que sí cambia, aunque muy lentamente.

Subtítulo: Observa las siguientes imágenes, explica que cosas/paisajes permanecerán iguales en el tiempo y cuales cambiarán. Razona tu respuesta y ponla en común con tus compañeros. Anotad que escenarios cambiarán y cuáles no, en el caso de que cambien, cual es el agente causante de ese cambio, que se modifica y que permanece, cuál será el resultado después del cambio, cuánto ha tardado en producirse ese cambio, durante cuánto tiempo está cambiando...

Aprendizaje de los alumnos: comprensión del concepto de cambio. Las rocas cambian (tiempo lento/rápido), todo está en continuo cambio.

Para introducir estas tasas de cambio (fenómenos lentos/rápidos) se realiza actividad 7.

Actividad 7. ¿Cuánto tiempo tarda? – desde rápido hasta muy, muy, muy lento.

Esta actividad consiste en ordenar los acontecimientos de la Tierra según el tiempo que tardan en darse [17]. Imágenes para la actividad en el Anexo 1.

Subtítulo: Ordenando los acontecimientos de la Tierra según el tiempo que tardan. Discuta las velocidades de los procesos de la Tierra. Seis opciones para responder:

De segundos a minutos (1), de minutos a semanas (2), de semanas a años (3), de años a miles de años (4), de miles de años a millones de años (5), de millones de años a miles de millones de años (6).

Aprendizajes de los alumnos: determinar la velocidad de los procesos y explicar por qué algunos procesos actúan muy rápidamente y otros muy lentamente.

Contexto: Se pide a los alumnos que subdividan los procesos terrestres de acuerdo con el tiempo que tardan y de esta forma se les hace conscientes de que hay diferentes tipos de cambios en relación con el tiempo que se necesita para que se den.

Principios subyacentes: Los procesos terrestres tienen una duración extraordinariamente variable.

Desarrollo de habilidades cognitivas: Se pide a los alumnos que construyan un modelo con la velocidad de los procesos terrestres; aquellos de los que se desconoce su velocidad plantean un conflicto cognitivo.

ACTIVIDADES SEGUNDO CONCEPTO: FACIES

Actividades 8, 9, 10 y 11: secuencia de indagación para llegar al entendimiento del subconcepto facies.

Esta secuencia consiste en iniciar la clase mostrando una camiseta. La camiseta fue manchada, rota y tratada previamente de tal manera que mostrara pruebas de lo que le había podido pasar a la persona que la llevaba puesta, para que los alumnos reconstruyeran la historia. La información de la secuencia se recoge en la Tabla 3 del Anexo 1. De esta forma se iniciaría al alumno en el concepto de “roca como archivo histórico”, pidiéndole en segundo lugar que realizara lo mismo con unas muestras de rocas. En esta secuencia participó mi tutor, Juan Gisbert, asistiendo la clase para dar una explicación más técnica sobre el origen de algunas rocas que llevamos, a través de las “pistas” o estructuras (indicios) o naturaleza composicional de las mismas. Es interesante resaltar que se empleó en distintas ocasiones el concepto de actualismo, utilizando como herramienta de trabajo para obtener pruebas e indicios sobre la historia de las rocas. También se visitó el museo del Colegio donde hay una colección de fósiles extraordinaria y de gran interés, para aplicar lo aprendido con otras rocas y fósiles diferentes.



Imagen 1. Clase de 4º ESO con el geólogo Juan Gisbert en el Centro La Salle.



Imagen 2. Visita al museo del Centro La Salle con alumnos de 4º de ESO.

Tras el término de la secuencia anterior se planteó la Actividad 12, con la finalidad de relacionar indicios en rocas con medios sedimentarios (génesis/origen) a través del actualismo.

Actividad 12. Relación entre roca y ambiente.

Título: Detective ambiental. ¿Podrías relacionar estas fotos de rocas con los puntos señalados en el diagrama?[17] (Fotos en Anexo 1).

Subtítulo: Imaginando cómo se podrían conservar las evidencias de los ambientes actuales.

Tema: Se ejercita la imaginación pensando en ambientes que se pueden encontrar en la costa de un desierto tropical y cómo se podrían conservar las evidencias en una secuencia de rocas.

Aprendizajes de los alumnos: (i) usar su imaginación para visualizar lo que podía pasar, a la vista o no, en un ambiente de costa desértica; (ii) relacionar procesos actuales con el registro de rocas y fósiles (Actualismo).

Estas son las respuestas para cada foto:

- Foto 1: corresponde al mar profundo con fango gris evidenciado por la plataforma petrolífera. El fósil es de un ammonites – un pariente extinguido del *Nautilus*, que solo vive en ambientes marinos pelágicos.

- Foto 2: corresponde a la costa del lago interior, con pisadas de *Chierotherium*, un reptil fósil. La pisada grande es de la extremidad anterior; la pequeña, de la anterior.

- Foto 3: corresponde al arrecife coralino, con un coral fósil colonial en caliza. (Colonial: formado por muchos pólipos que crecen juntos)

- Foto 4: corresponde a las llanuras salinas, con las formas de los cristales de sal conservadas en arcillita roja.

ACTIVIDAD TERCER CONCEPTO: SUCESIÓN CAUSAL

Actividad 13. Encuentro de dinosaurios. La evidencia de las huellas. [17]

La información para preparar las diapositivas para esta actividad se encuentra en el Anexo 1.

Tema: Trazas fósiles, como las huellas, pueden proporcionar una gran cantidad de evidencias acerca del ambiente en el momento de su formación y acerca de cómo los animales se desplazaban y vivían.

Actividad de los alumnos:

- Entender que estas huellas fueron hechas por dinosaurios que vivieron hace 100 millones de años.
- Usar evidencias para reconstruir un ambiente del pasado y las actividades de algunos de los animales.
- Sugerir que tipo de dinosaurios hicieron las huellas, herbívoros o carnívoros.
- Predecir qué ocurrirá cuando aparezcan nuevas evidencias y señalar qué evidencias serán necesarias para defender sus propuestas de qué ocurrirá.
- Sugerir que podría haber más de una respuesta correcta.
- Destacar el significado de “hipótesis científica” y cómo esas hipótesis pueden ser probadas.

Principios subyacentes:

- Las huellas y marcas de los organismos son también fósiles, del mismo modo que lo son los huesos y los caparazones mineralizados.
- Las huellas de dinosaurios brindan información acerca de la vida en el pasado. Pueden dar más información acerca de su estilo de vida que los huesos mismos.
- Las huellas brindan información acerca del ambiente en el cual los dinosaurios vivieron.

Desarrollo de habilidades: (i) Ideas diferentes frente a evidencias diferentes; (ii) razonamiento tras las respuestas y (iii) los fósiles y sus trazas pueden ser utilizadas para construir un relato geológico.

ACTIVIDADES CUARTO CONCEPTO: CRONOLOGÍA

Actividad 14. ¿Cuándo pasó qué?: ordenando secuencias usando conceptos estratigráficos.

En esta actividad [17] se utilizan los conceptos cronológicos estratigráficos para describir escenarios familiares para los alumnos, de esta forma se introducen los principios y leyes que posteriormente serán utilizados en cortes geológicos.

Tema: Comprender y aplicar conceptos estratigráficos.

Aprendizajes de los alumnos: (i) determinar si los conceptos estratigráficos usados para secuenciar temporalmente son principios (normalmente se cumplen) o leyes (siempre se cumplen); (ii) aplicar los conceptos en diferentes situaciones en el exterior, tanto naturales como producidos por los humanos.

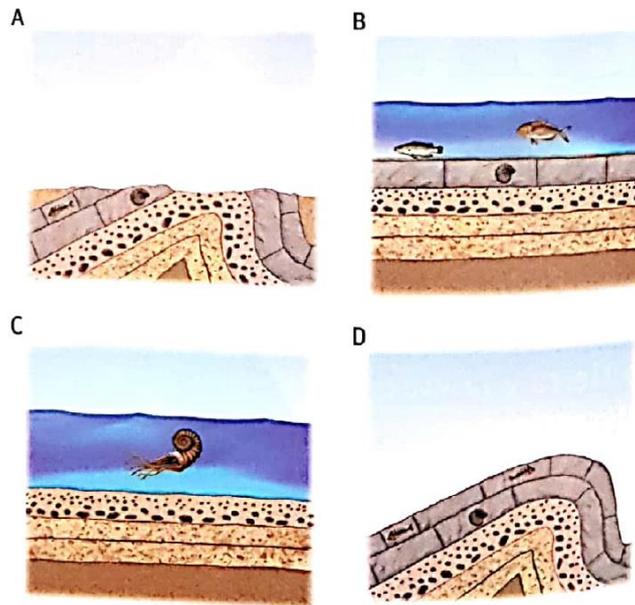
Tabla para completar e imágenes para la actividad en el Anexo 1.

Soluciones:

- La “superposición de los estratos” es el “Principio de superposición de los estratos”.
- Las “relaciones de intersección” son la “Ley de las relaciones de intersección” y se cumple siempre.
- Los “fragmentos incluidos” son la “Ley de los fragmentos incluidos” y se cumple siempre.

Aprendizaje: Estos conceptos son los métodos fundamentales que usan los geocientíficos para secuenciar las rocas y los eventos petrológicos de modo relativo.

Actividad 15. Realiza la historia geológica de un esquema.



- Ordénalas cronológicamente.
- De los procesos de sedimentación, diagénesis, fosilización y plegamiento, ¿Cuáles se pueden estar produciendo en la situación B?
- Indica los cambios más importantes que ocurren entre cada situación y la siguiente.
- Dibuja una situación posterior a la que consideres como la última de la secuencia representada. Justifica los cambios que hayas introducido.

Actividad del libro de texto de 4º de ESO [14].

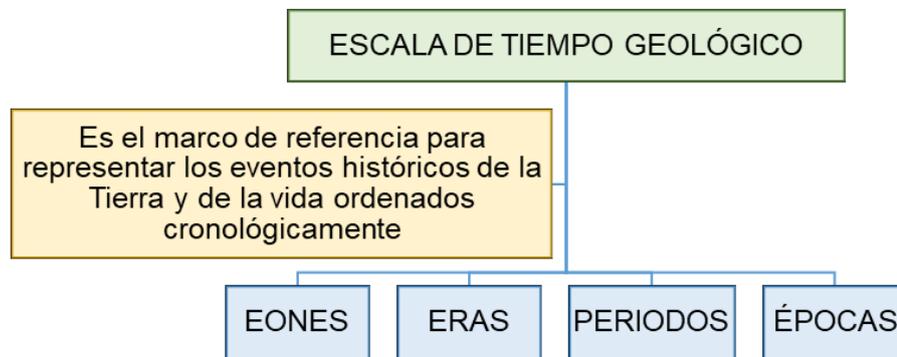
ACTIVIDADES FINALES: ESCALA DEL TIEMPO GEOLÓGICO

Actividad 16. Reflexión conjunta sobre la escala del Tiempo Geológico.

En esta reflexión se invita al alumnado a que haga una lista de las cosas que ha aprendido durante el desarrollo de las actividades. Y se lanzan al aire preguntas como: ¿Para qué creéis que el ser humano ha empleado tiempo y esfuerzo en ponerle una Edad a la Tierra? ¿Cuántas pruebas creéis que existen sobre el pasado de la Tierra? ¿Cómo se ordenan esas pruebas? ¿Qué sentido tiene poner orden cronológico a las pruebas geológicas que se encuentran alrededor del mundo?

La finalidad de este debate es hacer entender al alumnado que la Escala del Tiempo Geológico se ha construido gracias a las diferentes pruebas y evidencias que se encuentran en el registro geológico para poder ordenarlas y representar la historia de la Tierra. Su división y los nombres que se le dieron atienden a eventos importantes y es un consenso de la ciencia.

Se les mostró el siguiente esquema y se les pidió que buscaran información en su libro de texto sobre las fechas que delimitan Eón y los nombres de las distintas Eras, Periodos y Épocas en las que se dividen. Esta información se representa en la cinta de papel de calculadora que se utilizó en la Actividad 2, y podrán usarla el día del examen.



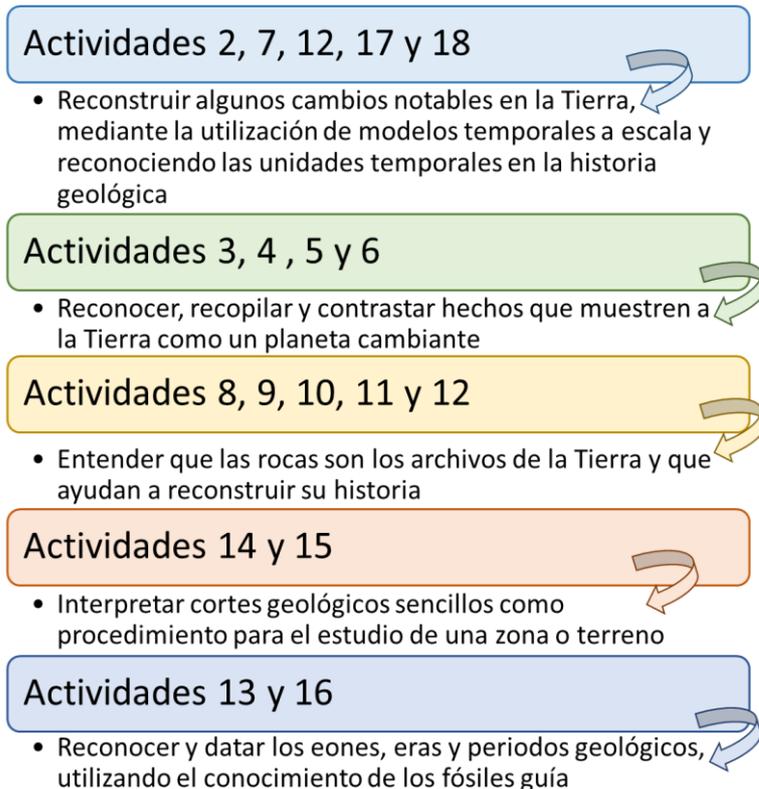
Esquema 2. División de la Escala de Tiempo Geológico.

Actividad 17. Búsqueda en el libro de texto de información sobre los eventos más importantes que sucedieron en cada periodo de la Escala del Tiempo Geológico.

Con esta actividad se pretende que el alumno reconstruya algunos de los cambios notables que ha habido en la historia de la Tierra, mediante la utilización de modelos temporales y reconociendo las unidades temporales en la historia geológica, que era uno de los objetivos marcados.

5.2. Resultados de la implementación de la secuencia de actividades y evaluación interna de la propuesta.

Se dedica un apartado a explicar y analizar los resultados obtenidos tras la realización de la secuencia de actividades en 4º ESO. Para sintetizar, en el siguiente esquema puede verse relacionada la actividad propuesta con el objetivo que se pretendió alcanzar:



En primer lugar, es importante destacar que el hecho de que las actividades empiecen planteando preguntas o problemas llevó siempre al alumnado a que hiciera otras preguntas. En ocasiones las preguntas que se generaron eran dudas sobre conocimientos o ideas previas que el alumnado debía tener para empezar a resolver la propia de la actividad, pero más a menudo fueron preguntas secundarias que les surgieron tras resolver la actividad o durante el desarrollo de esta. Veamos algunos ejemplos de diferentes actividades:

- Durante el desarrollo de la primera ‘secuencia de indagación’, actividades de la 3 a la 6, cuando se planteó la pregunta de ‘qué cambia con el tiempo’ inmediatamente empezaron a hacerse preguntas entre ellos, a responder a

preguntas de otros compañeros. *‘Yo he visto la playa de Costa Cabana destrozada, pero ¿cómo va a hacer todo eso la naturaleza? ¿tendrá que haber intervenido el hombre no?’*; *‘Alumno 1: Todos los materiales se erosionan; Alumno 2: La estatua del León habrá cambiado por algo que ha pasado puntual, ¿me estás diciendo que mi casa se va a poner así también?’* *‘Alumno 1: ¿El río Andarax hace millones de años que no lleva agua no?, Alumno 2: pues yo nunca lo he visto con agua pero en esa foto lleva agua y hace millones de años no existían cámaras, Alumno 3: solo lleva agua si llueve mucho o se rompe alguna tubería que haya cerca, profesora ¿Qué hace que un río lleve agua de repente además de la lluvia?’*; estas fueron algunas de las preguntas que se hacían entre ellos o dirigían a las profesoras.

- Durante el desarrollo de la Actividad 7, dónde había que determinar un tiempo aproximado para cambios que se producen en la Tierra, había sucesos que no conocían, y por tanto, al no saber su significado o que implicaban fue necesaria una breve explicación para que ellos pudieran intentar estimar el tiempo que tardaban.

Esta ‘lluvia de preguntas’ de todo tipo se tomó como algo positivo, si el alumno estaba preguntando es que algún interés se había despertado en él, además estaba intentando resolver el problema planteado con sus ideas previas. Además de esto, lo segundo que el alumno hacía cada vez que se le preguntaba algo era emitir hipótesis, de forma oral o escrita, para intentar resolver la actividad. Cómo no se explicó teoría antes de las actividades, el alumno no tenía frases de memoria que decir, ni un guion que seguir para resolver la actividad. Para algunos alumnos era más difícil arrancar y tenían miedo de equivocarse, pero cuando se explicó que no había respuestas erróneas, todos se animaron a participar. Durante las secuencias de indagación sí se realizaron búsquedas de pruebas (siempre suministradas), y el análisis de los resultados para completar las actividades. En el resto se analizaron imágenes, se usó la lógica y tuvieron un papel muy importante la intuición y la imaginación. Todas las actividades se resolvieron en clase y el profesor participó en todo momento en la resolución de éstas, guiando al alumno e intentando ayudarlo a resolver las cuestiones que se planteaban o iban apareciendo. También hay que tener en cuenta que no siempre se van a poder llevar muestras de rocas a la clase o visitar un museo, por lo que esta parte de la secuencia de actividades que

pertenece a las actividades de la 8 a la 11 podría hacerse con fotos como en la actividad 12.

Por último, he de comentar que la segunda secuencia de indagación fue la actividad preferida de los alumnos, donde trabajaron con una camiseta que tenía evidencias de lo que le había pasado a la persona que la había llevado puesta, y luego analizaban rocas para inferir su origen, junto con la actividad 13, donde poco a poco iban descubriendo unas huellas que dos dinosaurios habían dejado para describir que podía haber pasado. Por el contrario, la actividad 2 causó muchos problemas, a ningún alumno se le ocurrió que para dividir el edificio a escala había que hacer una regla de tres, pero una vez planteada por la profesora tuvieron dificultades para resolverla. Esto sorprendió a la profesora de biología y geología, lo que nos llevó a tener una conversación sobre el por qué los alumnos no son capaces de aplicar lo que aprenden en otras asignaturas para resolver problemas en cualquier ámbito. Me comentaba que cada vez que salen de una clase, apartan esa información y no son conscientes de que puede servirles para otras asignaturas, no solo para aprobar un examen.

5.3. Experiencia en el centro durante la intervención intensiva

Desde el primer día del periodo de prácticas y hasta el final de la segunda parte de la etapa de intervención intensiva, la experiencia con la tutora ha sido genial. La interacción con los diferentes grupos de alumnos ha sido siempre la que yo he ido solicitando en cada momento. La metodología que se sigue en el aula varía mucho en función de cada grupo. La tutora se esfuerza por conocer y comprender a cada uno de ellos, para adaptar las clases al nivel, interés y personalidad del alumnado; siempre intentando que se cumplan los objetivos marcados. Durante la primera etapa se pudo observar la dinámica de ambos cursos de 4º ESO y se pudo comprobar que en 4º B los alumnos son muy participativos, pero se llevan la clase a lo que les interesa, que no es precisamente la ciencia. Sin embargo, en el grupo A, la gran mayoría de los alumnos quieren entender lo que se está explicando, respetan el hilo de la clase y son muy responsables. Con esta valoración previa, y sin mucho tiempo para diseñar ya que no podía pararse el hilo del curso académico, se decidió intentar llevar a cabo la misma secuencia de actividades en ambos cursos. A priori me parecía difícil, ya que las dos clases eran muy distintas y en una de ellas había alumnos bastante conflictivos, pero en

las 2 primeras clases me di cuenta de que todos los alumnos participaban más o menos de igual manera, que alumnos que normalmente no interaccionaban con el resto de sus compañeros ahora llevaban las riendas del trabajo en equipo. La tutora quedó sorprendida en dos ocasiones concretas cuando observó a alumnos que nunca “hacían nada” escribiendo y tratando de resolver las actividades como si de un juego se tratara. Los alumnos estaban contentos y propusieron que se siguiera dando el resto del curso con esta dinámica.

Como excepción, en una de las sesiones con 4ºESO B se sentaron de forma individual y no trabajaron en grupos al escribir las soluciones, aunque si se discutió en voz alta, porque quería tener una nota individual de cada uno. Esto lo hicimos porque mi tutora necesitaba tener notas individuales para subir a la plataforma y que los padres pudieran verlas. Sorprendentemente, preguntaron mucho más que en ocasiones anteriores, todos se cercioraron de tener algo escrito en el folio que tendrían que entregar. Esto había sido diferente cuando trabajaban en grupo, ya que normalmente solo uno de los integrantes escribía para tomar nota de lo que decía el resto y esto hacía que a veces algunos alumnos se despistaran.

Cabe destacar que inicialmente algunos alumnos se vieron abrumados por esta forma de trabajo y estaban muy preocupados por cómo se iba a preguntar esto en el examen o cómo estudiar, y solía coincidir con alumnos que tenían muy buenas notas en evaluaciones anteriores. Pero la mayoría se adaptaron muy bien y cada vez eran más participativos. Esta dinámica también creo nuevos lazos entre alumnos, la tutora me expresó su alegría de ver a ciertos alumnos trabajando en equipo.

No debo obviar que, en ocasiones, tenía que guiar al alumnado hacia donde yo quería que llegasen y no siempre fue tarea fácil. Cuantas más horas pasaba con ellos más confianza tenían, incluso para pedirme poder dedicar un rato final de la clase para estudiar otra asignatura de la que se examinaban. Esto me llevo a que dedicamos unos minutos al día siguiente a hablar sobre gestión del tiempo, las redes sociales y todo el tiempo que dedican a ellas. Lo que me lleva a pensar que los alumnos necesitan que se traten temas actuales con ellos, con los que lidian cada día y darles soluciones fáciles a problemas que para ellos son un mundo. A partir de aquí, empecé cada clase preguntándoles como

estaban, sin tener que ver con la asignatura, y se mostraron más atentos en la asignatura sólo por este pequeño detalle.

La visita por parte de Juan Gisbert fue muy enriquecedora, los alumnos quedaron muy contentos y la profesora también. Fue una experiencia diferente para ellos que les diera clase un profesor universitario, me preguntaron cosas como “¿las clases de universidad son todas así de divertidas?”, “¿en la universidad se puede hablar todo el rato en clase?”, lo que me hizo reflexionar sobre lo cerca que están en el tiempo de este periodo y lo poco que saben de él. Queremos que nuestros alumnos vayan a la Universidad si así lo desean, pero no los preparamos en absoluto para esta etapa.

Para finalizar, por petición de mi tutora profesional, tuve que hacer un sistema de evaluación para esta unidad didáctica. Para la evaluación final del tema se dejó a decisión de los estudiantes de cada clase qué se iba a evaluar y cuánto iba a contar cada aspecto a evaluar. En 4º ESO-A decidieron que el 50% serían las actividades realizadas en clase, el 20% un trabajo y el 30% el examen. En 4º ESO-B el 50% serían las actividades realizadas en clase, el 30% un trabajo y el 20% el examen.

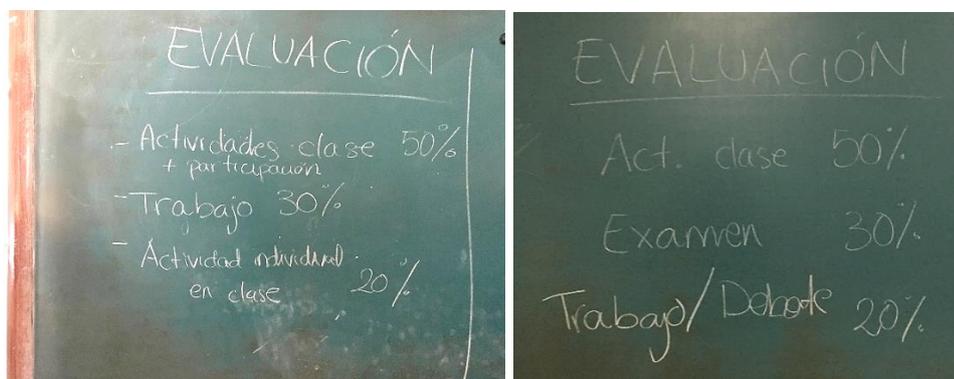


Imagen 3. Puesta en común de la evaluación que decidió cada clase de 4º ESO.

Durante la última semana, con tres sesiones con cada grupo, se llevó a cabo la exposición de los trabajos, el debate y el examen (Anexo 2).

6. Conclusiones y propuesta de mejora

En primer lugar, la satisfacción personal de haber realizado esta intervención intensiva en un colegio y haberme enfrentado a alumnos de la ESO es inmensa. Me ha parecido un aprendizaje importantísimo poder estar cerca de una profesora de secundaria, que, además, me ha ayudado y apoyado en todo momento a desarrollar mis ideas e inquietudes dentro del aula. Es por esto por lo que mi primera conclusión es que todo profesor novel debería tener al menos un curso completo tutorizado y acompañado de un profesor experto cuando se enfrente por primera vez a dar clases en un centro.

En segundo lugar, la propuesta de dar clase mediante una secuencia de actividades me parece muy interesante. Ya sea por indagación, por resolución de actividades en grupo o de forma individual, resulta una manera muy atractiva de llevar a cabo una clase, especialmente para el estudiante. El estudiante se siente protagonista y puede expresar sus ideas. En mi caso, esta expresión de ideas a veces hizo que el alumnado se descontrolara un poco, que la barrera profesor-alumno sea más fina y que se tome exceso de confianza que hay que saber gestionar.

Además, quisiera destacar que es muy importante tener tanto a un experto en didáctica de las Ciencias, como a un experto en la especialidad académica a impartir, como en mi caso fue mi tutor académico, para guiarse en los contenidos a los que enfrentarse.

Por último, resulta relevante hacer una búsqueda exhaustiva de material bibliográfico y dedicar tiempo a diseñar una secuencia que tenga sentido. Si tuviera que volver a implantar esta secuencia dedicaría la mejora a las partes de indagación, así como a buscar más actividades de aplicación cortas, pero con un aprendizaje significativo. En mi caso fui diseñando las actividades y secuencias en función de la respuesta por parte del alumnado que iba obteniendo, por ello, propongo las siguientes mejoras:

- Ya que el trabajo está diseñado como un conjunto de actividades breves secuenciadas se debería intentar hilar mejor cada una de ellas. Las dos minisecuencias de indagación (subconceptos de cambio y facies) que se han propuesto podrían unirse en una sola secuencia.

- Hay dos subconceptos (sucesión causal y cronología) para los que no se ha diseñado secuencia de indagación, teniendo en cuenta las actividades propuestas, podrían diseñarse para así tratar la unidad completa por enfoque IBSE.

- Falta una actividad de datación absoluta en el subconcepto de cronología para enlazar con la actividad 16.

- Dependiendo del nivel del grupo, las actividades de introducción pueden eliminarse si el profesor así lo considera.

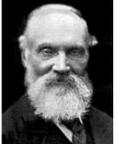
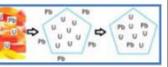
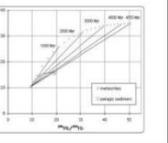
7. Bibliografía

- [1] Ministerio de Educación Cultura y Deporte, “Boletín Oficial del Estado” Real Decreto 1105/2014 de 26 de Diciembre.” España, pp. 169–546, 2015.
- [2] Ministerio de Educación Cultura y Deporte, “BOE - Legislación consolidada,” pp. 18–20, 1985.
- [3] R. Driver, “Psicología Cognoscitiva y Esquemas Conceptuales de los Alumnos,” Enseñanza las Ciencias, vol. 4, no. 1, pp. 3–15, 1986.
- [4] R. López-Gay, “Una revisión bibliográfica de la obra de Emilio Pedrinaci,” Alambique, no. 87, pp. 36–47, 2017.
- [5] L. Massimino, “Teoría Constructivista del Aprendizaje.” [Online]. Available: <http://www.lauramassimino.com/>. [Accessed: 22-Apr-2019].
- [6] R. Pintó, J. Aliberas, and R. Gómez, “Tres enfoques de la investigación sobre concepciones alternativas,” Enseñanza las Ciencias, vol. 14, no. 2, pp. 221–232, 1996.
- [7] J. M. Oliva Martínez, “Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual,” Enseñanza las Ciencias, vol. 17, no. 1, p. 93-107, 1999.
- [8] N. Marín Martínez, “Conocimientos que interaccionan en la enseñanza de las ciencias,” Enseñanza las Ciencias, vol. 21, no. 1, pp. 65–78, 2003.
- [9] E. Pedrinaci, “La construcción histórica del concepto de Tiempo Geológico,” Enseñanza las Ciencias, vol. 11, no. 3, pp. 315–323, 1993.
- [10] E. Pedrinaci and P. Berjillos, “El concepto de tiempo geológico : orientaciones para su tratamiento en la educación secundaria,” Enseñanza las Ciencias de la Tierra, vol. 2.1, 1994.
- [11] L. Sequeiros, E. Pedrinaci, and P. Berjillos, “Cómo enseñar y aprender los significados del tiempo geológico: algunos ejemplos.” pp. 113–119, 1996.
- [12] L. Alegret, A. Meléndez, and V. Trallero, “Didáctica del tiempo en geología: Apuntes en internet,” Exp. e ideas para el aula, no. 9.3, pp. 261–269, 2001.
- [13] M. García López and M. E. Hoyas Ramosn, Biología y Geología. 4o ESO. EDELVIVES, 2015.
- [14] E. Pedrinaci, C. Gil, y José A. Pascual, Biología y Geología. 4 ESO. Savia. SM, 2016.
- [15] L. Sequeiros, E. Pedrinaci, y P. Berjillos, “Cómo enseñar y aprender los significados del Tiempo Geológico: algunos ejemplos,” Enseñanza las Ciencias la Tierra, vol. 4, no. 2, pp. 113–119, 1996.
- [16] W. Harlen, Evaluación y Educación en ciencias Basada en la Indagación. 2013.
- [17] G. Association, “Earth Learning Idea,” 2019. [Online]. Available: <https://www.earthlearningidea.com>. [Accessed: 04-Feb-2019].

8. Anexos

Anexo 1

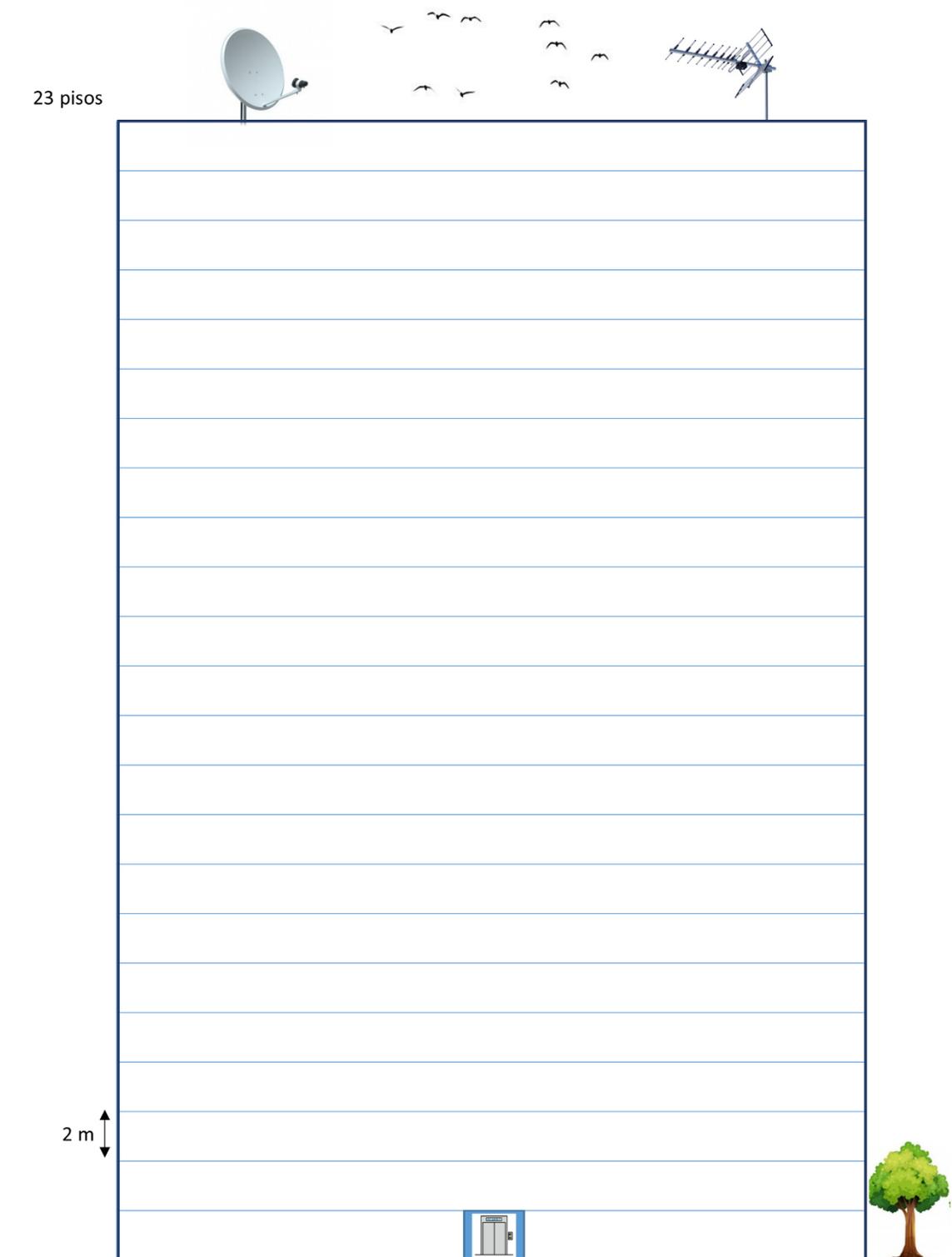
Actividad 1. Retrocediendo mientras el tiempo avanzaba. Ficha

1956	<p>Cálculos basados en la Biblia dan una Tierra de 6000 años. La edad de la Tierra fue calculada por el Arzobispo Ussher a partir de datos bíblicos en 4004 AC – y publicada posteriormente como una nota al margen el 1701 en la versión de la Biblia del Rey James.</p>	
1931	<p>Una bola que se enfría es un buen modelo que muestra que la Tierra tiene 75.000 años. El conde Buffon construyó una bola con materiales similares a los de la Tierra, la calentó, y midió el tiempo que tardó en enfriarse. Sus cálculos daban una edad de unos 75.000 años.</p>	
1899	<p>La Tierra es tan antigua que “no se ha conservado ningún vestigio de su inicio, ni perspectiva de un fin” James Hutton investigó secuencias de rocas que mostraban ciclos de erosión, sedimentación y plegamiento que duraban mucho tiempo. Cuando se le preguntó “¿Cuánto tiempo?” escribió “No hemos encontrado ningún vestigio de su principio...” Es decir, no sabía cuan vieja era la Tierra, pero sí sabía que lo era mucho.</p>	
1897	<p>Como los volcanes tienen fósiles modernos bajo ellos, la Tierra debe ser muy antigua. Charles Lyell investigó cuánta lava emitía el volcán Etna de Italia y dedujo que su edad era de varios miles de años. Como los fósiles de las rocas situadas bajo el volcán eran idénticos a las conchas modernas del área, concluyó que la Tierra debía ser muy vieja.</p>	
1860	<p>Los sedimentos del Ganges (India) muestran que la Tierra tiene 96 millones de años. John Phillips calculó a partir de la velocidad de sedimentación en la cuenca del Ganges que la Tierra debía tener cerca de 96 millones de años.</p>	
1830	<p>Los cálculos de Lord Kelvin: una Tierra de 24 millones de años. William Thomson (Lord Kelvin) supuso que si la Tierra hubiese estado completamente fundida, habría necesitado 24 millones de años para enfriarse hasta su temperatura actual.</p>	
1788	<p>La sal del mar da una edad de 80-90 millones de años John Joly estimó cuanto sodio transportaban los ríos al mar actualmente y, a partir de la salinidad del océano, calculó que la edad de la Tierra era de unos 80 – 90 millones de años.</p>	
1779	<p>La descomposición radioactiva muestra que la Tierra tiene entre 1.400 y 3.800 millones de años. Arthur Holmes calculó, a partir de la descomposición de los minerales radioactivos presentes en las rocas, que la edad de la Tierra era de más de 1.000 millones de años.</p>	
1650	<p>La datación de meteoritos muestra que la Tierra tiene $4.550 \pm 1.5\%$ millones de años. Clair Patterson utilizó la datación radiométrica para demostrar que los meteoritos tenían $4.550 \pm 1.5\%$ millones de años – y el sistema solar y la Tierra se suponen de igual edad.</p>	

Actividad 2. Tabla 1: eventos sucedidos durante la historia de La Tierra.

EVENTOS	AÑOS
Formación de la Tierra	4600 m. a
Roca más antigua datada	3800 m. a.
Bacteria más antigua conocida	3500 m. a.
Fósiles reconocibles más antiguos (algas)	3200 m. a.
Organismos multicelulares	900 m. a.
Primeros animales conocidos (similares a las medusas)	650 m. a.
Primeros invertebrados marinos con concha	580 m. a.
Aparición de peces primitivos	500 m. a.
Primeras plantas terrestres	450 m. a.
Aparición de los anfibios	360 m. a.
Aparición de los reptiles	340 m. a.
La mayor extinción conocida, casi todos los seres vivos murieron	248 m. a.
Aparecen los dinosaurios	225 m. a.
Primeras aves	160 m. a.
Un asteroide cae sobre la Tierra, provocando numerosas extinciones (ej., los dinosaurios)	65 m. a.
Primeros primates	60 m. a.
Primeros homínidos (primates similares a los humanos)	4 m. a.
Comienza la Edad de Hielo	1 m. a.
Evolucionan los humanos modernos	35000 años
Reinan las dinastías egipcias	4500 AC
El hombre pisa la Luna	1969 DC
Hoy	2019

Actividad 2. Rascacielos geológico para completar. Ficha.

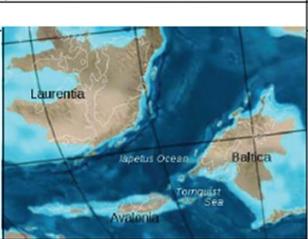
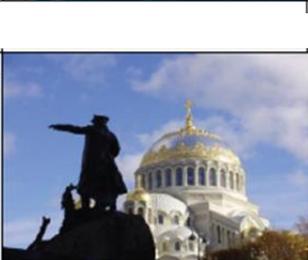
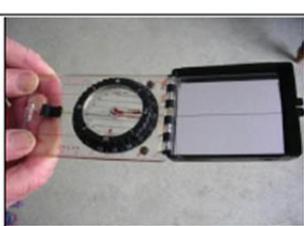
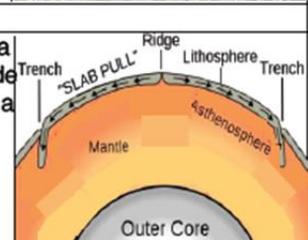


Actividades 3, 4, 5 y 6. Tabla 2: “Concepto de Cambio”.

Fase de indagación	Enunciado
Pregunta para expresión de ideas	<p>A3. ¿Qué cambia y qué permanece igual con el paso del tiempo? Tres fotografías de escenarios Almerienses</p> <ul style="list-style-type: none"> - Foto del León de Catedral de Almería, Río Andarax y Playa de Costacabana 
Expresión de ideas e información para comprobar cambios	<ul style="list-style-type: none"> • Agua constante cambio, la playa cambia su orilla por el oleaje • Los edificios no cambian, pero el león se ha “estropeado”, erosionado • Río se seca – y cuando llueve correntía
Expresamos ideas en diferentes lenguajes (Preguntas sobre referencia temporal)	<p>A4. Grupo A) ¿Ha sido siempre la estatua del león así? ¿Cuánto ha tardado la escultura del león en tener el estado que tiene hoy día? Grupo B) ¿Lleva el río Andarax siempre agua? ¿Qué supone esta variación? ¿Cuánto tarda en secarse después de que haya habido una riada? Grupo C) Y la playa, ¿Puede desaparecer la arena? ¿Es siempre igual? ¿Cuánto tardará en cambiar?</p>

Planifica, evalúa diseños experimentales	A5. ¿Cómo podríamos cerciorarnos de que nuestras hipótesis/pensamientos son ciertos? - Búsqueda de información sobre los distintos escenarios, si ha cambiado o no en el tiempo y proceso que causa el cambio.
Datos (suministrados)	- Edad de la Catedral, suponemos que los escultores no la hicieron así en el inicio. Información sobre meteorización para explicar el cambio de la estatua del león o de una roca. - Noticias sobre la playa de Costacabana. Su reconstrucción necesaria año tras año. - Suministrar documentos sobre el Río Andarax, como era en el pasado, su caudal, sus características...
Expresión de ideas	A6. Entonces, volviendo a la pregunta inicial, ¿Cuál cambia y cual permanece?
Datos a Pruebas	Dato 1: Las rocas sufren <u>meteorización</u> , la Catedral tiene 500 años por lo que habrá sufrido este cambio. Dato 2: Fotos de la playa con distintos aspectos (cambio muy brusco). Dato 3: Documentos sobre el río, fotos con y sin agua <ul style="list-style-type: none"> • <i>Prueba-conclusión:</i> Todo está en continuo cambio y hay cambios rápidos y cambios lentos. Los agentes causantes del cambio son diversos.
Tomamos conciencia de lo aprendido	La Tierra se encuentra siempre cambiando. Estos cambios han hecho que tenga el aspecto que tiene hoy día y, además, los cambios quedan registrados y pueden estudiarse.

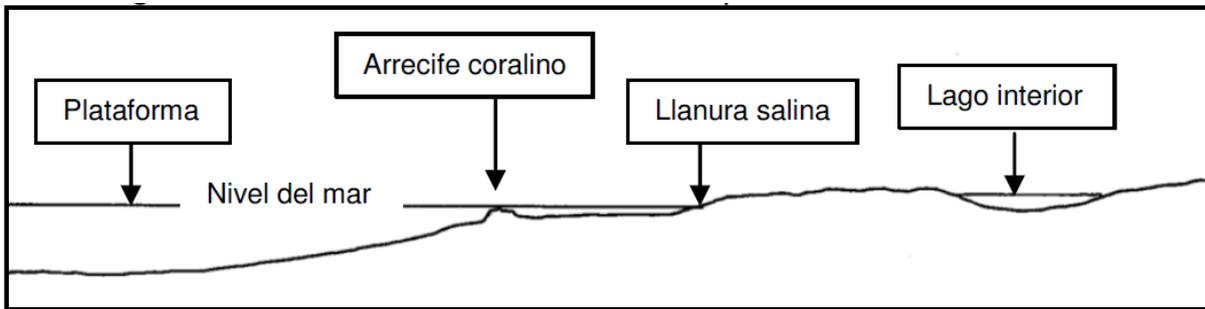
Actividad 7. ¿Cuánto tiempo tarda? Ficha.

<p>¿Cuánto tarda en producirse un terremoto?</p> <p><i>AGI Earth Science World Image Bank; h5ipp2; cortesía del United States Geological Survey.</i></p>		<p>¿Cuánto tarda una roca ígnea intrusiva en cristalizar?</p> <p><i>Peter Kennett.</i></p>	
<p>¿Cuánto duran los periodos glaciares?</p> <p><i>Peter Kennett.</i></p>		<p>¿Cuánto tarda en sedimentar un depósito de inundación?</p> <p><i>Peter Kennett.</i></p>	
<p>¿Cuánto tarda un nuevo océano en tener 1000 km de ancho?</p> <p><i>Publicada por el Dr Ron Blakey bajo licencia Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.</i></p>		<p>¿Cuánto tarda una lava en cristalizar y solidificar?</p> <p><i>Stephanie Flude.</i></p>	
<p>¿Cuánto tiempo tardará un monumento en desaparecer por erosión?</p> <p><i>I, Vasyatka1, propietario del copyright, cede este trabajo al dominio público.</i></p>		<p>¿Cuánto tarda un lago glaciar en colmatarse de sedimentos?</p> <p><i>Esta imagen pertenece al U.S. federal government, y es de dominio público.</i></p>	
<p>¿Cuánto tarda en romperse un supercontinente y volver a formarse?</p> <p><i>Publicado con permiso de Kieff a través de la GNU Free Documentation License, Version 1.2.</i></p>		<p>¿Cuánto tarda en producirse un deslizamiento?</p> <p><i>Peter Kennett.</i></p>	
<p>¿Cuánto tiempo tardan en formarse y conservarse las grietas de desecación?</p> <p><i>Imagen de Hannes Grobe bajo licencia de Creative Commons Attribution-Share Alike 2.5 Generic.</i></p>		<p>¿Cuánto tiempo se mantiene el magnetismo terrestre sin inversión (con el N magnético cerca del N geográfico)?</p> <p><i>Peter Kennett.</i></p>	
<p>¿Cuánto tarda la corteza oceánica en reciclarse de una zona de expansión a una de subducción y volver a ascender?</p> <p><i>Con permiso de Surachit a través de GNU Free Documentation License, Version 1.2.</i></p>		<p>¿Cuánto tarda un canto en ser arrastrado del lecho de un río por una tormenta?</p> <p><i>Peter Kennett</i></p>	

Actividad 8, 9, 10 y 11. Tabla 3: “Concepto de Facies”.

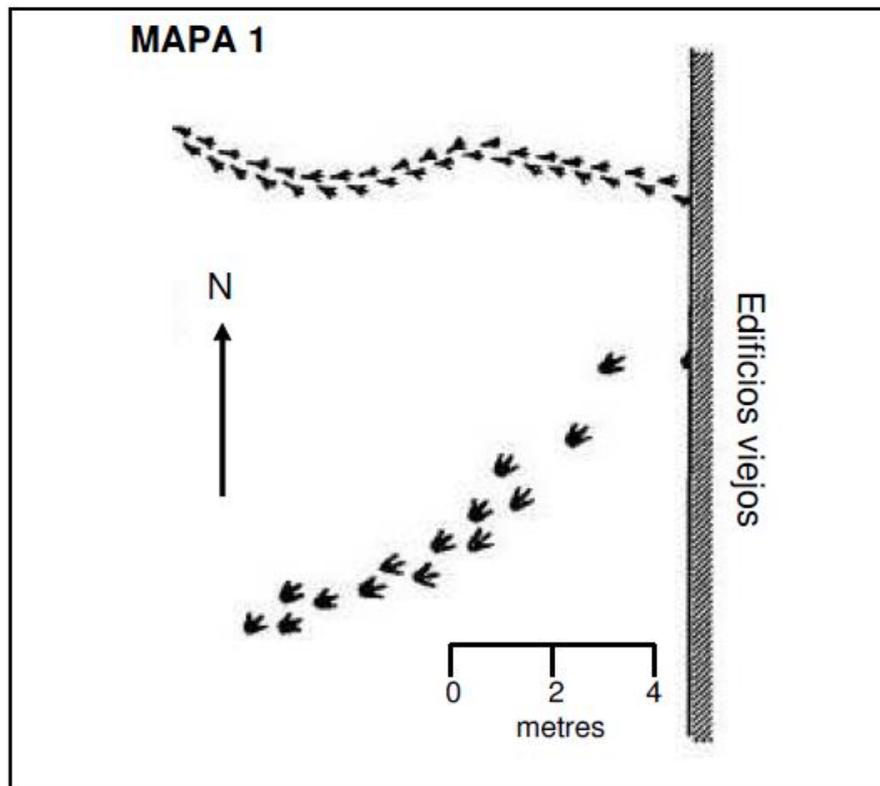
Pregunta para expresión de ideas	A8. ¿Qué podrías decir de la persona que ha llevado esta camiseta?
Expresión de ideas	<ul style="list-style-type: none"> • Me da asco, está sucia • Que la has cogido de la basura • La persona que la haya usado ha tenido altercados
Expresamos ideas en diferentes lenguajes (Preguntas para obtener información)	<p>A9. ¿Dónde pensáis que podía trabajar o estudiar la persona que llevó esta camiseta?</p> <p>¿Pensáis que era un hombre o una mujer? ¿Podríamos imaginar características sobre su físico?</p> <p>¿Crees que esta persona estuvo cerca de algún animal? ¿Cómo debía ser ese animal?</p>
Datos (suministrados)	- La camiseta
Expresión de ideas	A10. ¿Qué crees que le ha podido pasar a la persona que llevaba esta camiseta? ¿Qué cosas ha podido hacer con ella puesta?
Datos a Pruebas	<p>Dato 1: Logo de la Universidad de Almería.</p> <p>Dato 2: Talla de la camiseta.</p> <p>Dato 3: Manchas de la camiseta. Ketchup, aceite...</p> <p>Dato 4: rasguño de algún animal.</p> <p>Dato 5: Mancha de maquillaje en el cuello.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Prueba-conclusión:</i> La persona trabajaba o estudiaba en la UAL, era una mujer o un hombre que usase maquillaje, había estado comiendo algo que acompañó con salsa de tomate y cocinando, además tubo un altercado con un gato. Era de complexión media y no muy gruesx.
Emisión de hipótesis	<ul style="list-style-type: none"> • Hipótesis 1: La persona trabajaba o estudiaba en la UAL. • Hipótesis 2: Era de estatura media y no era gruesx. • Hipótesis 3: Comió algo con ketchup con la camiseta puesta. • Otra ¿cuál?: hay manchas de aceite y de algún animal.
Pregunta que pone en conflicto	A11. Y ahora, estas rocas, ¿Qué evidencias dejan del lugar donde se formaron? ¿Y los fósiles?
Datos y conclusiones con experto	Analizamos las rocas con un geólogo y reconstruimos su historia. Rocas metamórficas, sedimentarias, ígneas y algunos fósiles.
Tomamos conciencia de lo aprendido	<p>Las rocas como archivo histórico.</p> <p>Las rocas tienen un origen que queda marcado como huellas en las mismas. Los seres vivos y ambientes donde vivieron dejan una huella en las rocas, dado que son procesos sincrónicos. Es decir, los sedimentos son los restos de vida y de ambientes que darán lugar a los estratos de las rocas. Los procesos de destrucción (erosión, muerte de plácton) conducen a procesos de construcción en otro lugar (conglomerado, arena, calizos o petróleo).</p>

Actividad 12. Diagrama y fotos para la actividad. Ficha.



Actividad 13. Información para realización de ficha o diapositivas para clase.

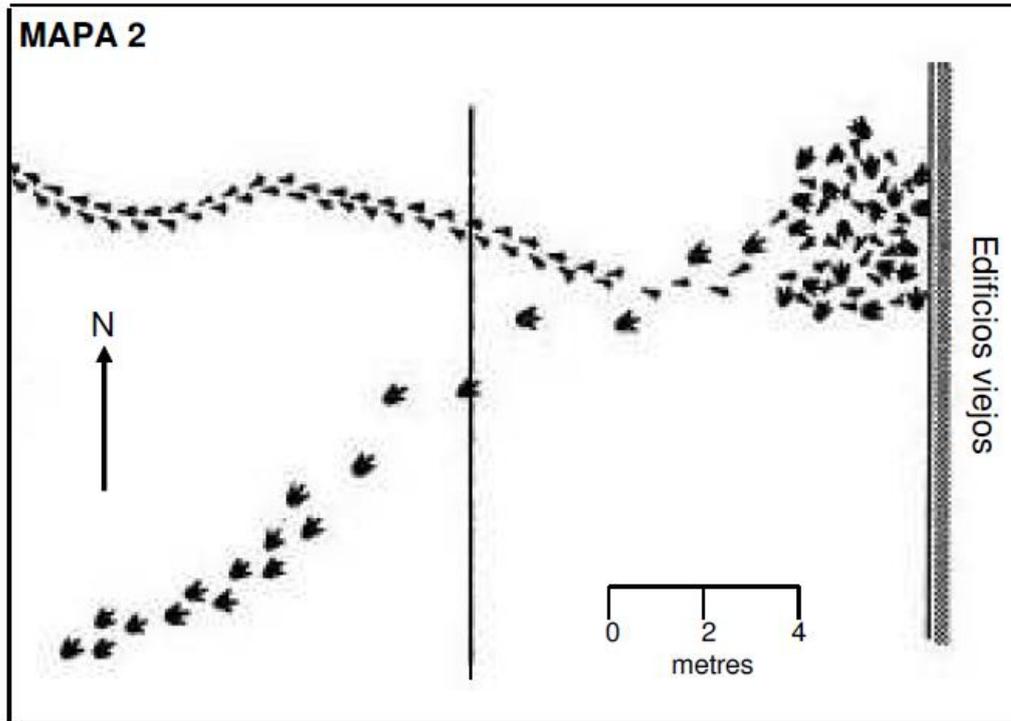
Diapositiva 1: Hace unos 100 millones de años, este terreno era una planicie cenagosa a la orilla de un lago. Grandes reptiles, como los dinosaurios, venían habitualmente al lago y dejaban las impresiones de sus patas en el fango. En algún momento el fango se secó y endureció para ser luego cubierto por otra capa de fango. Finalmente, el fango se convirtió en roca, una lutita. De ese modo las huellas de las pisadas se fosilizaron y quedaron preservadas como series de pisadas. Los edificios, señalados por la línea al este del mapa están siendo paulatinamente demolidos, y a medida que se excava aparecen nuevos rastros fósiles en las lutitas.



Preguntas a los alumnos:

1. ¿Qué información os proporcionan las huellas que se ven en el Mapa 1?
2. ¿Qué creéis que les ocurrió a los dos dinosaurios en el lugar donde los edificios ocultan aún las huellas? Propón al menos tres posibilidades.
3. ¿Qué nuevas evidencias a favor de vuestras ideas esperaréis encontrar cuando se demuelan los edificios y se destapen las lutitas con las huellas? Propón una evidencia para cada posibilidad.

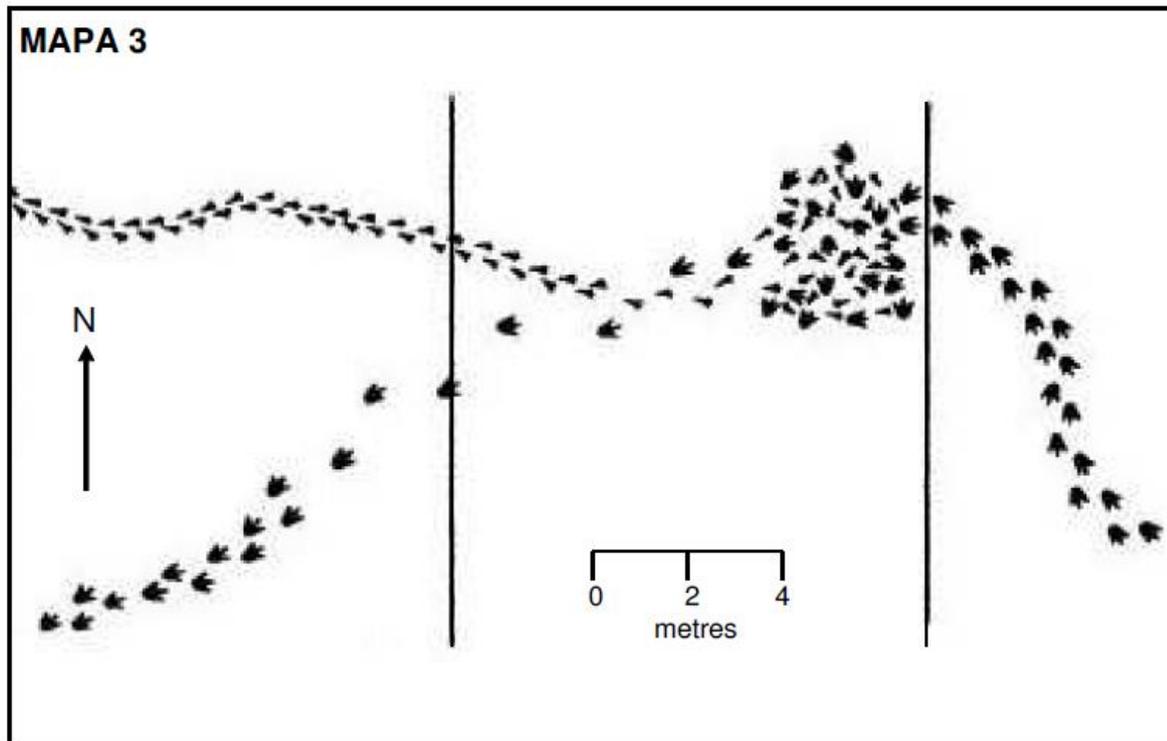
Diapositiva 2: Mapa 2.



Preguntas a los alumnos:

4. ¿Cuál de las hipótesis anteriores se adapta mejor a las nuevas evidencias?
5. ¿Qué crees que ocurrió con los dos dinosaurios en el tramo del subsuelo que aún ocultan los edificios? Propón al menos tres propuestas.
6. ¿Qué evidencias a favor de tus ideas esperas encontrar cuando se destape una mayor superficie del subsuelo?
7. ¿Cuál supones que habrá sido el objetivo primordial de los dinosaurios al acercarse a esta playa fangosa?

Diapositiva 3: Mapa 3.



Preguntas a los alumnos:

8. ¿Cuál de tus ideas se adapta mejor a las nuevas evidencias?

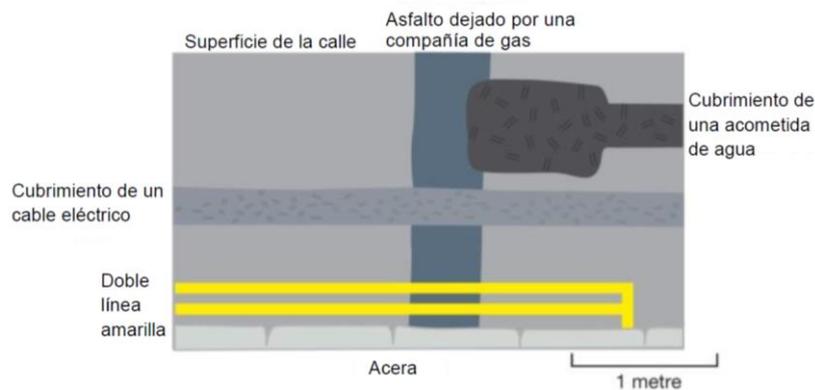
9. Si las nuevas evidencias introducen cambios en tu hipótesis acerca de la causa de la venida de los dinosaurios a este lugar explica por qué.

Actividad 14. La superposición de estratos. Tabla 4: Principio o Ley. Aplicación de los principios estudiados. Ficha.

Título: Completa la siguiente table y ordena cronológicamente usando los principios/leyes la relación temporal en las imágenes A y B.

Secuencia sedimentaria	¿Principio o ley?	
	Principio	Ley
Superposición de los estratos – afirma que: “la capa de arriba es la más moderna”.		
Relaciones de intersección – afirma que: “todo aquello que corta a cualquier otra cosa, ha de ser más moderno”.		
Fragmentos incluidos – afirma que: “todo lo que está incluido en alguna cosa, ha de ser más antiguo”.		

A) una zona reparada de calle o pavimento



B) una pared con grietas

En la foto de la pared fracturada ¿qué pasó primero? ¿los bloques de cemento (fragmentos incluidos), los bloques de la base o de arriba (superposición de estratos) o la fracturación (relaciones de intersección)?



Examen 4 ESO – Geología – TEMA 5 – La Tierra Cambia

1. De acuerdo con el principio de actualismo:
 - a) la Tierra se ha formado en gran medida por eventos violentos repentinos, de corta duración, posiblemente en todo el mundo.
 - b) Analizar los procesos que tienen lugar en la actualidad es clave para interpretar lo que sucedió en el pasado.
 - c) los procesos que se dan en la actualidad ocurrieron de forma gradual, es decir, poco a poco y estos son responsables de todas las características geológicas de la Tierra.

2. Completa.

Se han utilizado unos cuantos métodos distintos e innovadores para calcular _____ desde la primera estimación científica en 1779. Los cálculos de la edad de la Tierra por _____ han dado las cifras más fiables, y en los últimos años se mantienen en un intervalo centrado en unos _____ millones de años.

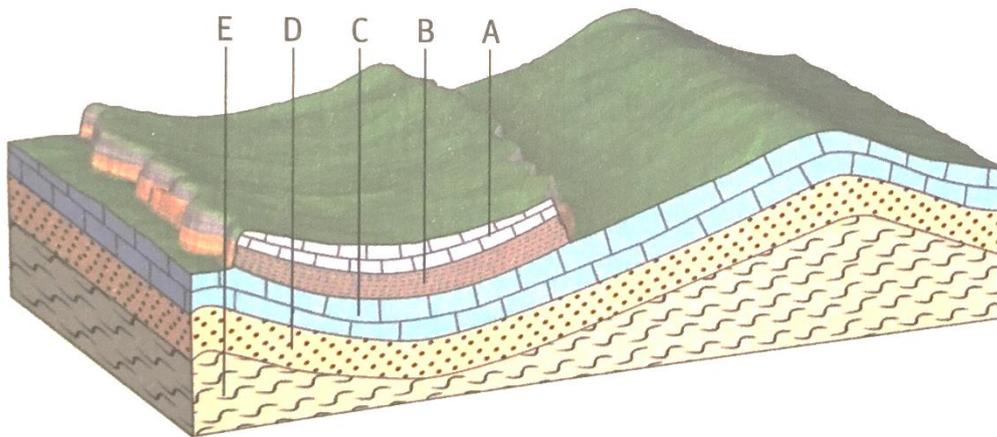
3. La historia de la Tierra y la de la vida se hallan registradas en:

- a) las rocas y los fósiles que contienen
- b) la biblia y documentos de texto
- c) las montañas y la salinidad del mar

4. Relaciona 1, 2 y 3 con a, b y c.

1. El “Principio de superposición de los estratos” expone que:
2. La “Ley de las relaciones de intersección” dice que:
3. La “Ley de los fragmentos incluidos” dice que:
 - a) si los fragmentos reconocibles de una roca se encuentran encerrados en otra roca, la roca incluyente debe haberse formado más tarde que el material del que proceden los fragmentos incluidos.
 - b) Las capas de sedimento se depositan en una secuencia temporal, en la que las más antiguas se encuentran en posición inferior a las más recientes.

- c) cuando una falla atraviesa otras rocas, o cuando el magma hace intrusión y cristaliza, podemos suponer que la falla o la intrusión es más joven que las rocas afectadas
5. El bloque diagrama representa los materiales hallados en una zona.
- Ordena de más antiguo a más reciente los materiales de este corte
 - Reconstruye la historia geológica de esta zona. ¿Qué principio o principios geológicos has utilizado?



6. Si se encuentra un fósil como el de la imagen en el estrato B, ¿qué edad tendrán las rocas de este estrato? ¿En qué eón se formaron? ¿Y en qué era? Utiliza, si quieres, la Escala que construimos con la cinta de calculadora.



Este fósil, del grupo de los amonites, vivió desde hace 180 hasta hace 174 Ma.