Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas

LOS RECURSOS ANALÓGICOS EN LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LA GEOLOGÍA. EL PROYECTO EARTH LEARNING IDEA

Trabajo Fin de Máster

Alumno: Alfonso Ramallo Vázquez
Tutores: María Candelaria Martín Luis y Ramón Casillas Ruiz

Septiembre 2018

A mi mujer Supsika y mi hijo Yago

"En el presente Trabajo Fin de Máster se aplica la Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo (BOE nº 71 de 23-03-2007), para la igualdad efectiva de mujeres y hombres, así como la Ley 1/2010, de 26 de febrero, Canaria de Igualdad entre Mujeres y Hombres (BOC nº 45 de 05-03-2010). Toda referencia a personas, colectivos, representantes, u otros, contenida en este documento y cuyo género gramatical sea masculino, se entenderá referido a ambos sexos, y, por tanto, la posibilidad de referirse a mujeres y hombres".

Tabla de contenido

1 INTRODUCCIÓN 6

1.1 Las dificultades en el aprendizaje de los Procesos Geológicos. 6
1.2 Los modelos analógicos como recursos didácticos en la enseñanza de la Geología. ... 7

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INNOVACIÓN 9

2.1 El currículum de ESO en Canarias. Asignatura de Biología y Geología. 10
2.1.1 Secuenciación del currículum. 11
2.1.2 Criterios de evaluación y contenidos. 11
2.2 Dificultades habituales del alumnado. 15
2.3 Algunas sugerencias para la modificación del currículum de la asignatura de Biología y Geología en la ESO, en relación a la parte de Geología. 16
2.4 Propuesta Didáctica en torno a los contenidos geológicos de la ESO. 18
2.5 El Proyecto Earth Learning Idea. 22
2.5.1 Origen de la propuesta. 22
2.5.2 Propuestas y objetivos. 23
2.5.3 Actividades propuestas por Earth Learning Idea. 25
2.5.4 ELI y el desarrollo de habilidades cognitivas. 29
2.5.5 Enfoques de las actividades. 30
2.5.6 Expansión de la propuesta a nivel mundial. 31

3 MÉTODO Y PROCEDIMIENTO 33

3.1 El contexto: nuestro centro. 33
3.2 Planteamiento teórico inicial. 34
3.3 Desarrollo práctico 36
3.3.1 Elección de los grupos-clase para llevar a cabo la propuesta de Innovación. 36
3.3.2 Propuesta de intervención 37
3.3.3 Dificultades. 40
3.3.4 Intervención final. 41
3.4 Evaluación. 49

4 RESULTADOS 53

4.1 Tareas realizadas 53
4.2 Preguntas del examen relacionadas con las actividades ELI realizadas 53
4.2.1 Preguntas sobre meteorización 54
4.2.2 Preguntas sobre aguas subterráneas. 55
4.2.3 Valoración conjunta 56
4.3 Dibujos de aguas subterráneas 56
4.4 Examen 61
4.5 Calificaciones finales 61

5 CONCLUSIONES 62

6 PROPUESTA DE MEJORA 64

7 REFERENCIAS 65

8 ANEXOS 67

RESUMEN: El uso de recursos analógicos es una valiosa herramienta didáctica en el proceso de enseñanza y aprendizaje. En materias como la Geología – donde es difícil reproducir en el aula o en el laboratorio escolar las condiciones en las que ocurren los fenómenos geológicos – este tipo de recursos son todavía más necesarios para producir un aprendizaje significativo y de calidad en los alumnos. Estos recursos, además, nos ayudan a provocar un cambio conceptual que les hace abandonar sus conceptos previos erróneos. El proyecto Earth Learning Idea nos ayuda con sus actividades, propuestas para estos fines.

PALABRAS CLAVE: Recursos analógicos, enseñanza y aprendizaje, Geología, aprendizaje significativo, cambio conceptual, Earth Learning Idea.

ABSTRACT: Using analog resources is a valuable pedagogic tool for the teaching and learning process. In areas like Geology, where it is difficult to reproduce in the classroom or the school lab the conditions where geological phenomena happen, this kind of resources are even more crucial to produce meaningful and high-quality learning for students. The use of these resources also leads to a conceptual change that makes the students discard their previous erroneous assumptions. The activities of the Earth Learning Idea project were designed with this in mind.

KEYWORDS: Analogic resources, teaching and learning, Geology, meaningful Learning, conceptual change, Earth Learning Idea.

1 INTRODUCCIÓN.

En este Trabajo Fin de Máster se pretende realizar una propuesta de innovación educativa, basada en la utilización de los recursos analógicos como herramienta para la enseñanza y el aprendizaje de la Geología. Trataremos de demostrar que el uso de esta metodología produce un aprendizaje de mayor calidad en los alumnos que la reciben, a diferencia de los que no la reciben.

1.1 Las dificultades en el aprendizaje de los Procesos Geológicos.

Las dificultades que aparecen a la hora de recrear fenómenos geológicos tanto en el aula como en el laboratorio escolar, debido a condicionantes de carácter físico, químico, espacial y temporal, hace que el uso de modelos analógicos sea imprescindible para que el alumnado pueda tener un aprendizaje significativo y de calidad, basado en su experiencia y le permita cuestionar sus conceptos previos erróneos. De esta forma pueden ir construyendo su conocimiento de forma que su aprendizaje sea duradero, y produzcamos así ese cambio conceptual que generará que nuestro alumnado sienta su aprendizaje como algo útil, relacionado con su entorno y con la actualidad, permitiéndonos así motivar en ellos la curiosidad. Además, estamos convencidos de que no existe aprendizaje sin emoción, y con la realización de modelos analógicos, estamos despertando los sentidos y provocando unos estímulos diferentes a los habituales en las aulas, provocando también que se produzca interacción entre el alumnado, trabajando en grupos cooperativos, bien sea en tareas puntuales, o en proyectos de larga duración, provocando que de esa interacción entre iguales se produzca un aprendizaje de mayor calidad.

De todas las Ciencias de la Naturaleza, la Geología es la que en mayor medida presenta más dificultades a la hora de reproducir en el laboratorio procesos geológicos, pues es muy difícil, cuando no imposible, recrear las condiciones naturales en los que se desarrollan en un laboratorio, y más todavía en un laboratorio escolar (Álvarez y García, 1996).

Las principales dificultades que nos encontramos serían las siguientes:

- El tiempo de duración de los procesos. En el laboratorio el tiempo que disponemos para la experimentación y la simulación es limitado. Además,

hablar de millones de años se hace difícilmente comprensible en alumnos de secundaria.

- El espacio en el que ocurren estos fenómenos. Enormes extensiones de terreno, y de mucha profundidad.
- Las altas magnitudes de las variables físicas que son necesarias en los procesos de formación de estos fenómenos geológicos. Grandes valores de presión y temperatura, por ejemplo, que no son reproducibles en la mayoría de los casos en un laboratorio.

Por todo esto, el uso de recursos analógicos está muy extendido en la enseñanza de la Geología y lo entendemos como algo imprescindible, para solventar todos estos problemas que se encuentran nuestros alumnos a la hora de enfrentarse con el aprendizaje de esta asignatura.

Además de las dificultades previamente descritas, coincidimos con Pedrinaci (2012), en que tanto los currículos como la administración defienden una idea de enseñanza de la Geología más similar a la de hace 40 años que a la actual, cargada de contenidos donde algunos alumnos estudian de memoria los fenómenos geológicos, sin entender correctamente su dinámica, y otros simplemente desisten y evitan la asignatura, provocando grandes limitaciones en su formación científica.

Otro de los problemas en el aprendizaje de la Geología son los preconceptos erróneos que poseen los alumnos. El aprendizaje significativo tiene lugar cuando la información nueva que recibe el educando se relaciona con un concepto preexistente en su estructura cognitiva, es decir, para que nuevos conceptos sean aprendidos es necesario relacionarlos, conectarlos, con ideas previas que el alumno ya posee (Berlanas, 2014). Y esas ideas previas no son siempre ciertas, lo que supone un obstáculo añadido a las dificultades mencionadas para el proceso de enseñanza y aprendizaje, pues habitualmente son complicadas de sustituir.

1.2 Los modelos analógicos como recursos didácticos en la enseñanza de la Geología.

Un recurso interesante para abordar estas limitaciones son los modelos analógicos, ya que permiten representar fenómenos, procesos o eventos que de otra forma no podrían tratarse en el aula como afirman Castelhano y Fialho Azinhaga (citados en Ejarque et al, 2016).

Dentro de los recursos analógicos utilizados en la enseñanza y el aprendizaje de la Geología, hemos elegido el Proyecto Earth Learning Idea, como base de nuestro trabajo de innovación educativa.

Earth Learning Idea (AprendeideaTierra) fue desarrollada para el *Año Internacional del Planeta Tierra* con el propósito de publicar actividades didácticas para la enseñanza de las Ciencias de la Tierra cada semana durante el año 2008. Las ideas están dirigidas fundamentalmente a maestros, profesores y formadores, para ser desarrolladas con mínimos recursos en las escuelas (King et al, 2009).

Creemos, por lo tanto, que el uso de los recursos analógicos, en general, y las actividades propuestas por Earthlearningidea, en particular, nos ayudarán a conseguir un aprendizaje significativo por parte de los alumnos en la materia de Geología, y nos servirán para cambiar ciertos conceptos erróneos y muy extendidos por parte del alumnado de secundaria.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INNOVACIÓN.

Para poder desarrollar la propuesta de investigación que pretendemos en este Trabajo Fin de Máster, hemos de detectar y analizar cuáles son las principales dificultades que se encuentran los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), pues nuestra investigación será realizada con alumnos en esta etapa.

Para ello:

-A). Hemos analizado el currículum correspondiente a la ESO de la Comunidad Autónoma de las Islas Canarias: contenidos, objetivos, criterios de evaluación, competencias, orientaciones metodológicas, estándares de aprendizaje evaluables y aspectos más relevantes.

-B). También debemos tener en cuenta cuales son las ideas previas más habituales que tienen los alumnos a la hora de adquirir conocimientos de Geología, esos conceptos previos que debemos transformar, para poder conseguir el cambio conceptual y que se produzca un aprendizaje significativo en nuestro alumnado. Analizar las causas de los errores conceptuales que pueden estar detrás de las ideas previas de los alumnos es un aspecto importante para intentar evitarlos en un futuro. Gil et al, (2005) afirman que los intentos de explicación de la abundancia y persistencia de los errores conceptuales en numerosos dominios de las Ciencias han apuntado básicamente a dos causas, relacionadas, además, entre sí: por una parte, se ha barajado la hipótesis –con unos u otros matices– de que esos "errores" constituyen más bien ideas espontáneas o preconcepciones que los alumnos ya tenían previamente al aprendizaje escolar. En segundo lugar, la atención se ha dirigido hacia el tipo de enseñanza habitual, poniendo en duda que la transmisión de conocimientos elaborados haga posible una recepción significativa de los mismos, es decir, haga posible que los alumnos aprendan significativamente las ideas que les han transmitido.

Debemos, por lo tanto, conocer con profundidad las ideas previas que tienen nuestros alumnos acerca de nuestra materia, para poder saber así, el nivel del grupo al que nos enfrentamos, y elegir el nivel de formulación adecuado, para no seguir construyendo conocimiento sobre unos cimientos frágiles o equivocados.

-C). La Historia de la Geología.

En general, los alumnos manifiestan una profunda concepción "fijista" de la historia de la Tierra y de los procesos geológicos. Esa visión estática es muy similar a la postura de muchas teorías de la historia de la Geología, que dio lugar a grandes controversias. Así, los alumnos suelen tener ideas sobre Geología que coinciden con el Catastrofismo, el Neptunismo y el Fijismo. Por lo que debemos analizar la Historia de la Geología y sus controversias para ir cambiando esta concepción hacia el Neo catastrofismo, el Plutonismo y por último al Movilismo.

Es importante también hacer ver a los alumnos que los fenómenos geológicos han ocurrido de la misma forma que ocurren en la actualidad y podemos así aplicar la experiencia del presente a la reconstrucción del pasado y a la predicción del futuro (Principio del Actualismo).

2.1 El currículum de ESO en Canarias. Asignatura de Biología y Geología.

La asignatura de Biología y Geología pertenece al grupo de asignaturas troncales generales de 1º y 3º de la ESO, y en 4º curso está catalogada como asignatura troncal de opción. Lo primero que sorprende es que en 2º curso no se imparta esta asignatura. Creemos que es una laguna demasiado grande, no se puede aparcar una materia tanto tiempo, esto provoca en el alumnado una falta de interés y una incertidumbre acerca de la importancia que puede tener una asignatura como ésta, tan trascendental, en nuestra opinión, en esta etapa de la vida adolescente, y donde la elección de las opciones de estudio posteriores determinará el camino a seguir respecto a su futura vida académica. Por lo tanto, consideramos necesario que la asignatura de Biología y Geología se imparta en los cuatro cursos de la ESO, esto ayudaría a mantener y adquirir un nivel de conocimientos en la materia de forma mucho más constante, gradual y pedagógica.

Por otro lado, las horas semanales de Biología y Geología en la ESO son las siguientes:

- 1º ESO: 3 horas semanales.
- 3º ESO: 2 horas semanales.

- 4º ESO: 3 horas semanales.

Teniendo en cuenta que en 2º no se imparte la asignatura, nos parece que, tras un año en blanco, retomar la materia en 3º con solamente 2 horas semanales es muy poco, y en poco ayuda a que los alumnos tengan una visión mínimamente adecuada de los contenidos que se recogen en el currículum. Esto puede provocar que los profesores corran para dar el temario y lo desarrollen de una forma más teórica y menos atractiva, pudiendo promover en los alumnos una falta de interés por la materia, por entenderla, y decidan abandonar su elección para cursos posteriores.

2.1.1 Secuenciación del currículum.

Otro aspecto relevante donde debemos detenernos, es el relacionado con la secuenciación de los contenidos geológicos del currículum. Habitualmente los contenidos relacionados con Geología se imparten en la parte final del curso, cuando alumnos y profesores están más desgastados. La secuenciación de los contenidos durante todos los cursos debería seguir el mismo patrón. Iniciarse con los bloques de contenidos de Geología, continuar con los bloques relacionados con contenidos sobre el Medio Ambiente, para terminar con los bloques dedicados a la Biología (Morón et al, 2013). Y hacer un tratamiento del currículum transversal, donde vayamos interrelacionando contenidos de todos los bloques de aprendizaje, tratando de realizar así un tratamiento integrador del currículum y no desde el punto de vista de la especialización. Esta apuesta integradora del currículum también sería conveniente que se trasladase al resto de materias del curso, tratando así que los alumnos viesen la utilidad y la relación de las diferentes asignaturas que cursan, intentando de este modo motivarlos en su aprendizaje.

2.1.2 Criterios de evaluación y contenidos.

En el Anexo 1 hemos incluido los criterios de evaluación del currículum de Canarias, correspondientes a los contenidos de Geología de 1º, 3º y 4º de la ESO.

Analizando el currículum curso por curso, también se desprende que puede haber contenidos en cursos que no son los más apropiados. Por ejemplo, en 1º de la ESO, la parte dedicada a la Geología estaría recogida en el bloque de aprendizaje II: *La*

Tierra en el Universo, que se compone de cuatro criterios de evaluación (del 2º al 5º). El segundo, está dedicado al origen del Universo, la formación y evolución de las galaxias, la organización del Sistema Solar, la localización de la Tierra en el mismo, y la interpretación de los fenómenos principales debidos a los movimientos de la Tierra, la Luna y el Sol. Puede que estos contenidos sean un poco dificultosos para alumnos de 12 años, ya que necesitan modelos muy teóricos para el entendimiento de estos conceptos, y se necesita cierto nivel de abstracción. Esto puede entorpecer el aprendizaje por parte del alumnado. Podrían impartirse estos contenidos en cursos superiores, y cambiarlos por otros donde los modelos sean más prácticos y asequibles para alumnos que acaban de terminar la Ed. Primaria.

En el tercer criterio se incluyen los contenidos relacionados con, la estructura interna de la Tierra, las propiedades y características de las rocas y los minerales más abundantes, incluyendo la importancia del uso responsable, y la gestión sostenible de los recursos minerales.

El cuarto criterio está dedicado a la Atmósfera, su estructura, su composición, su papel protector, haciendo hincapié en el problema de la contaminación.

El quinto se ocupa del agua, sus propiedades, su ciclo, su distribución. Y también termina abordando los problemas de contaminación y gestión sostenible.
Salvando los problemas que hemos comentado sobre el criterio de evaluación nº 2, el resto nos parecen contenidos apropiados y creemos que la secuenciación sería la más adecuada, empezando con la parte de Geología, continuando con la parte dedicada al Medio Ambiente, y terminando con los contenidos dedicados a la Biología, tratando de realizar una retroalimentación entre los tres bloques, relacionando los contenidos entre sí, algo que en nuestra opinión facilitaría el aprendizaje.

El currículum de 3º de la ESO dedica a los contenidos de Geología un bloque de aprendizaje llamado *El relieve terrestre y su evolución,* constituido por dos criterios de evaluación. El 8ª, dedicado a los agentes geológicos externos, los procesos de meteorización, erosión, transporte y sedimentación, y el modelado del relieve; y el 9º que se centra en los agentes geológicos internos, la dinámica interna de la Tierra

(Tectónica de Placas). Aquí debemos señalar diversos aspectos que consideramos dificultosos para la enseñanza y el aprendizaje de la Geología.

En primer lugar, hay contenidos del 9º criterio de evaluación, los que profundizan en la dinámica interna, que deberían dejarse para el siguiente curso. Hemos de recordar que los alumnos de 3º de la ESO han visto la Geología en el primer curso y creemos que, para retomar la asignatura, lo más beneficioso sería realizar un análisis más extenso de los agentes externos, y de los procesos que los producen, y simplemente tratar los agentes internos más perceptibles, para no liar demasiado a los alumnos. Y proponer, por lo tanto, para 4º el estudio más en profundidad de los agentes internos, ya que entender estos procesos requiere una mayor dificultad. Para 3º, podrían ser adecuados contenidos de 4º, como son los relacionados con el principio de superposición de estratos y el uso de los fósiles como archivos temporales.

En segundo lugar, los criterios de evaluación relacionados con la Geología son usualmente los últimos en impartirse, con profesores y alumnos ya un poco cansados, por lo que, a esas alturas del curso escolar es muy difícil motivar al alumnado con un cambio de materia en la asignatura. Además, con poco tiempo para poder impartirla de una forma amena, dinámica y apetecible, y con las vacaciones de verano a la vuelta de la esquina es lógico que los alumnos no despierten interés por la Geología e intenten evitarla en futuras ocasiones. Como hemos dicho anteriormente, proponemos que sea al inicio del curso cuando se impartan estos contenidos, y que tratemos de relacionarlos con los de la parte de Biología que se den posteriormente, de una forma cíclica.

Y en último lugar cabe destacar la gran cantidad de contenidos y criterios de evaluación de Biología en el currículum de 3º, puede que sean excesivos. Por su puesto que son temas muy importantes para el alumnado, pero por eso mismo se necesitaría mayor tiempo para impartirlos de manera adecuada, no olvidemos que en este curso solamente se disponen de 2 horas semanales para la asignatura. La parte de Biología se compone de un bloque de aprendizaje titulado: *Las personas y la salud. Promoción de la salud,* que engloba 6 criterios de evaluación, en los que se abordan numerosos contenidos como, los distintos niveles de organización del cuerpo humano, células, tejidos, órganos, aparatos y sistemas. Analizando la interacción entre ellos y la importancia de su cuidado para el mantenimiento de la salud. Se estudian los aparatos

digestivo, respiratorio, circulatorio y excretor. Dando importancia a los hábitos alimenticios saludables. Prosigue con el sistema nervioso y endocrino, donde se introduce el consumo de alcohol tabaco y otras drogas. Y termina el bloque con el aparato locomotor y reproductor, y la sexualidad y métodos anticonceptivos. Puede que la proporción entre Biología y Geología en este curso esté algo desequilibrada, y reiteramos la necesidad de que se aumente el número de horas semanales para hacer frente a este currículum, o se disminuya el volumen de contenidos a desarrollar. Ya que esto lo que produce es que el alumno memorice los contenidos en vez de analizar los conceptos geológicos y los procesos que intervienen, adquiriendo así una concepción errónea de que la Tierra y los procesos geológicos son elementos aislados (Pedrinaci, 2014).

Finalmente nos queda 4º de la ESO. Son dos los criterios de evaluación relacionados con Geología en este curso, y corresponden al bloque de aprendizaje II: *La dinámica de la Tierra.* En ellos se trata de aplicar los procedimientos y principios básicos de la Geología, explicar algunos de los sucesos más notables de la historia de nuestro planeta, con el fin de reconocer a la Tierra como un planeta cambiante. Y analiza el modelo geodinámico y geoquímico del interior de la Tierra, llegando al fin a la teoría de la Tectónica de Placas, que nos servirá para poder entender cómo funciona la Tierra y las interacciones entre este sistema y los procesos externos e internos. Como hemos comentado, hay algunos contenidos de 4º que nos parecen más apropiados para 3º. Y a su vez, hay contenidos de 3º que quizás estaría mejor impartirlos en 4º. La secuenciación lógica sería iniciar el curso con los contenidos de Geología de los criterios de evaluación 5º y 6º. Comenzaríamos con el tiempo geológico y con los contenidos de 3º relacionados con los procesos internos, origen de las montañas y su efecto en el relieve. Para continuar con el 6º criterio de evaluación donde se desarrollarían las teorías movilitas, desde la Deriva Continental a la Tectónica de Placas, para poder así relacionar los fenómenos geológicos con sus consecuencias.

En medio del curso se tratarían los temas relacionados con el bloque de aprendizaje III *Ecología y Medio Ambiente*, que comprenden los criterios de evaluación 7 y 8. Y para terminar el curso se darán los temas de Biología de los criterios de evaluación 2, 3 y 4. Desde la célula y el ciclo celular, pasando por la genética, hasta el origen de la vida y las teorías de la evolución. Y de nuevo insistimos en ir relacionando

las tres partes de la asignatura durante el curso y hacer un tratamiento transversal del currículum.

Para finalizar este pequeño análisis del currículum, nos quedaría comentar un criterio de evaluación, el criterio 1 de cada curso. En él se abordan unos bloques de aprendizaje dedicados al método científico y a un proyecto de investigación, son el bloque I y VII en 1º y 3º denominado *Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica. Proyecto de investigación.* Y en 4º curso es el bloque VII: *Proyecto de investigación.* Estos bloques son imprescindibles en la asignatura de Biología y Geología y deben ser trabajados durante todo el curso aplicando sus contenidos en el resto de bloques de aprendizaje de la asignatura. El grado de complejidad va aumentando según avanzamos de curso. Nos parece, por lo tanto, acertado este bloque, y que sea transversal al resto de los contenidos de la asignatura y así lo usaremos durante todo el año.

2.2 Dificultades habituales del alumnado.

En este apartado haremos un breve repaso de cuáles son las dificultades más frecuentes que presentan los alumnos de secundaria en relación con el conocimiento de la Geología.

Debemos, por lo tanto, reconocer esos conceptos previos erróneos, e intentar que ellos mismos sean capaces de sustituirlos por los correctos, a través de nuestro ayuda como docentes, provocando así un cambio conceptual, que ayude a que el alumno construya su propio conocimiento, y provoquemos un aprendizaje significativo y de calidad.

Uno de los problemas más frecuentes en el alumnado a la hora de afrontar el aprendizaje de la Geología es la dificultad que tienen para relacionar los productos geológicos con los procesos que los generan, y habitualmente tienden a estudiar conceptos de memoria, sin entender los procesos de formación, cosa que creemos provocará un conocimiento poco duradero, e impedirá construir una buena base que soporte el posterior crecimiento del conocimiento al aumentar el grado de dificultad.

También es habitual que el alumnado de secundaria tenga una visión estática de la Tierra, creyendo que los la mayoría de las estructuras geológicas han estado siempre

ahí desde el inicio de los tiempos, y carezca de una visión de la Tierra como un sistema dinámico, en continuo movimiento, donde Atmósfera, Hidrosfera, Geosfera y Biosfera interaccionan y se relacionan entre sí (Brusi, 2001, citado en Morón et al, 2013). Les cuesta, por lo tanto, mucho más entender los procesos geológicos de carácter lento, como la formación de ciertos tipos de rocas, el movimiento de las placas tectónicas, la movilidad ascendente de las montañas, o el modelado del relieve provocado por la meteorización y la erosión. Y, por el contrario, asimilan mucho mejor todos los procesos relacionados con el catastrofismo, más rápidos y espectaculares, como erupciones volcánicas, terremotos o tsunamis. Puede que, en este aspecto, tenga que ver la influencia de las películas dedicadas a fenómenos geológicos, y el tratamiento mediático que se hace a nivel global de estos fenómenos, por medios de comunicación y redes sociales, que buscan, el titular impactante y las imágenes espectaculares, más que dar información de interés educativo acerca del fenómeno en cuestión.

2.3 Algunas sugerencias para la modificación del currículum de la asignatura de Biología y Geología en la ESO, en relación a la parte de Geología.

Numerosos estudios sobre la didáctica de la Geología (Morón et al 2002, Pedrinaci 2002, Pedrinaci 2013) indican que la enseñanza de los contenidos geológicos en la ESO debe realizarse en torno a los procesos geológicos. Por lo tanto, como docentes debemos enfocar estos procesos de una forma didáctica, fomentando la curiosidad para que los alumnos puedan llegar a comprender los fenómenos geológicos de una forma dinámica y lógica, donde el alumnado sea capaz de estructurar de forma razonada los contenidos en Geología y de manera apropiada, eliminando la enorme cantidad de ideas 'fijistas' respecto a la dinámica terrestre (Brusi y Roqué, 1998).

Igual de relevante es elegir bien el nivel de formulación utilizado en cada curso, ya que hemos de tener en cuenta el conocimiento de los alumnos y sus ideas previas, que además tienen un paralelismo con la evolución de determinados conceptos en la Historia de la Geología, como ya hemos citado anteriormente.

Y debido a la existencia de procesos geológicos con grados de dificultad y complejidad muy diversos, hemos de trabajar los contenidos de la siguiente forma (Morón et al, 2013):

- De lo más sencillo a lo más complejo.
- De los cambios más perceptibles a los menos perceptibles.
- De los procesos rápidos a los lentos.
- De los que ocurren en la superficie a los que ocurren en el interior.
- De los observables a escala de muestra o local a los que requieren una perspectiva planetaria, o una escala microscópica.
- Secuenciar modelos que integren y relacionen más elementos dinámicos.

Hemos de tener una perspectiva de un currículum en espiral, donde vayamos pasando por los mismos contenidos, pero cada vez con un mayor grado de complejidad.

Intentaremos que de esta etapa de educación secundaria obligatoria se lleven ciertas ideas básicas importantes sobre Geología:

-a). Las rocas y los fósiles son archivos históricos que nos ayudan a descifrar el pasado de la Tierra y a prever su futuro.
-b). Las rocas tienen un origen, y que debemos entender cada tipo de roca en función del proceso que las ha generado.
-c). La Tierra es un sistema dinámico donde Geosfera, Atmósfera, Hidrosfera y Biosfera interaccionan entre sí.
-d). La movilidad vertical y horizontal del terreno que da origen a las montañas.

En definitiva, darles mayor importancia a los procesos y no tanta a los conceptos que requieren un nivel de abstracción más elevado para los alumnos en esta etapa educativa.

Debemos, por tanto, dedicar mayor esfuerzo a que nuestros alumnos abandonen el *fijismo,* y procurarles una metodología que provoque en ellos el entendimiento de esos procesos geológicos lentos, que son prácticamente inapreciables, y vayan así poco a poco adquiriendo una visión dinámica y una concepción de la Tierra como sistema. Que aprendan a ver el estudio de las rocas y los fósiles, como archivos, que nos sirven para explicar el pasado y nos ayudan a predecir el futuro.

El uso de recursos analógicos creemos nos ayudaría a disipar estas habituales dificultades y errores con los se suelen encontrar los alumnos de secundaria, y a provocar con éxito el cambio conceptual necesario.

2.4 Propuesta Didáctica en torno a los contenidos geológicos de la ESO.

Una vez hemos analizado el currículum, y las dificultades de los alumnos, proponemos una metodología didáctica que se fundamenta en los siguientes aspectos:

-El alumno será en todo momento el protagonista de su aprendizaje, que construya su conocimiento, algo que provocará que éste sea mejor y más duradero. Por lo tanto, utilizaremos una metodología activa y participativa.

-Nosotros como docentes tendremos más un papel de guía en el aprendizaje, orientando al alumnado en todo momento, e intentando ser para ellos, además de su profesor, un adulto de referencia y en el que puedan confiar; siempre sin olvidarnos del rol profesor-alumno, pero donde podamos crear un buen clima afectivo en el aula, algo que nos parece indispensable para que el alumnado este motivado y podamos sacarle así mucho más rendimiento. Debemos encontrar la forma de tener al alumnado motivado en todo momento, esto es fundamental.

-En esta construcción del conocimiento, el aprendizaje ha de ser vivencial. Hemos de relacionar los contenidos a impartir con la vida real, con la actualidad, con sus vivencias, para que así puedan ver el aprendizaje como algo útil, con sentido, y les estimule para "querer saber". Así, debemos también contextualizarlo bien, tanto en el contexto físico como cultural, y relacionar así nuestro currículum con el entorno del alumnado.

-Entendemos que no hay aprendizaje sin emoción, por lo que los docentes debemos intentar sacar esas emociones en este proceso de enseñanza y aprendizaje.

-Otro aspecto esencial es el dedicado a la atención a la diversidad. Hemos de asimilar que cada alumno es diferente, y que en las aulas nos encontraremos con una diversidad amplia, cultural, étnica, de clase social, sexual, alumnos con Necesidades

Específicas de Apoyo Educativo (NEAE). Y todos con sus pequeños-grandes problemas, personales y familiares, sin olvidarnos que estamos tratando con adolescentes, y todo lo que esta etapa tan cambiante, importante e influyente de la vida conlleva. Por consiguiente, hemos de conocer bien a cada uno de nuestros alumnos para saber cuáles son sus necesidades y poder valorar mejor su aprendizaje.

-Por último, queremos que, como producto final del aprendizaje, el alumnado se lleve además de los conocimientos relacionados con la Geología, una educación en valores, tanto de tipo general como pueden ser, el respeto, la tolerancia o la solidaridad. Como los valores más relacionados con la asignatura de Geología, ya sea el cuidado del medio ambiente, el desarrollo sostenible o el cuidado de los recursos naturales. Intentar de este modo formar conciencia en nuestro alumnado, que serán los ciudadanos futuros de nuestra Sociedad.

A partir de esta columna vertebral diseñaremos nuestras unidades didácticas y situaciones de aprendizaje, donde creemos que el uso de los recursos analógicos en la enseñanza de la Geología nos ayudará mucho a conseguir cumplir con todos los aspectos anteriormente descritos.

Así, las unidades didácticas, de forma general, se compondrán de los siguientes apartados:

A. ANÁLISIS DE CONOCIMIENTOS PREVIOS.

Lo primero que debemos hacer es saber el nivel de conocimientos de nuestro alumnado acerca del tema a abordar, ya sea con preguntas directamente, con cuestionarios, dibujos, o incluso con algún pequeño juego donde podamos extraer información de sus errores conceptuales más importantes y adecuar así el nivel de formulación que vamos a utilizar en cada caso.

B. CLASES EXPOSITIVAS.

Una vez conocidos las dificultades de los alumnos debemos dedicar ciertas sesiones a la explicación de los conceptos más relevantes que vamos a tratar en cada tema o situación de aprendizaje. Utilizaremos para ello presentaciones y material

gráfico para apoyarnos, usaremos fotografías, vídeos cortos, esquemas, intentando que los principales conceptos queden bien claros y sin lugar a dudas.

C. CLASES PRÁCTICAS.

Tanto en el aula como en el laboratorio. La idea es que este tipo de sesiones sean lo más numerosas posibles, ya que aquí es donde esos conceptos que han adquirido de manera teórica se pueden entender de forma práctica y así afianzarse. Usaremos, por lo tanto, los recursos analógicos para producir un aprendizaje de calidad. Será el profesor el que proponga los modelos analógicos y los explicará, pero también serán los alumnos los que desarrollen sus propios modelos, e incluso en algunos casos puedan continuarlos durante el curso con otros contenidos de nuestra asignatura e incluso de otras. Y se pueda convertir en un pequeño proyecto de investigación, trabajando así el primer criterio de evaluación del currículum dedicado a los bloques de contenidos más relacionados con el *saber hacer*.

D. TRABAJO EN GRUPOS COOPERATIVOS.

El trabajo en grupos cooperativos nos da la posibilidad de desarrollar también nuestros modelos analógicos como comentábamos antes, y convertirlos en pequeños proyectos. Al trabajar en grupo el alumno interacciona con sus compañeros, y de esta interacción se produce un aprendizaje de mayor calidad. Primero debemos conocer bien a nuestros alumnos para poder distribuirlos en grupos de forma heterogénea y equilibrada. Hemos de valorar, como ya hemos citado anteriormente, que cada alumno es diferente, por lo tanto, debemos tener en cuenta a la hora de conformar los grupos, si tenemos alumnos con características auditivas, quinestésicas o visuales, alumnos repetidores, alumnos con NEAE, y también teniendo en cuenta las inteligencias múltiples.

Valorando todo lo anterior, de forma general, haremos grupos de entre 4-5 alumnos y en cada grupo habrá:

-Un alumno que sea capaz de ayudar a los demás.

-Un alumno que necesite la ayuda de los demás.

-El resto de grupo estaría formado por alumnos que tengan un ritmo de aprendizaje adecuado para su edad.

Dentro de cada grupo cada alumno tendrá un rol característico. Algo que nos permitirá a nosotros asignar el rol que mejor le vaya a cada alumno, en especial a los alumnos que necesitan más ayuda, intentando así que se sientan útiles y cómodos dentro del grupo. Trataremos que estos grupos base se mantengan durante todo el curso. Buscaremos actividades diferentes para cada situación de aprendizaje, y que de todas ellas obtengamos un producto final que nos sirva también a nosotros para evaluar. Utilizaremos por lo tanto sesiones para que los grupos trabajen en el aula en el horario de clase, y si es necesario con alguna tarea en casa. Para alguna otra actividad de carácter más breve se podrían cambiar los grupos base y trabajar en grupos esporádicos también.

E. OTRAS ACTIVIDADES.

Dentro de nuestra programación también incluimos estas actividades que nos parecen importantes en la enseñanza y aprendizaje de la Geología:

- EXPOSICIÓN DE LOS TRABAJOS Y PROYECTOS.

Todos los trabajos y proyectos realizados por los alumnos, tanto individuales como en grupo, serán expuestos y explicados al resto de la clase, y también se intentarán exponer en el centro para que los vean el resto de alumnos. Esto producirá que intenten entender bien todos los contenidos para poder recrearlos con modelos analógicos u otros productos finales del trabajo y explicarlos posteriormente.

- DEBATES.

Dedicaremos ciertas sesiones a crear debates en clase, en grupos, por roles o de manera individual, donde se planteen problemas de actualidad relacionados con la Geología, sacados de noticias de TV, radio, prensa o redes sociales. Donde vean la utilidad de los contenidos que plantea la asignatura, y también nos ayude a fomentar una educación en valores y a crear conciencia social.

- USO DE LAS TIC.

Tanto en el centro como en las tareas para casa las TIC serán parte fundamental del proceso de enseñanza y aprendizaje, tanto en las tareas individuales como en los trabajos en grupo.

- VISITA AL AULA DE ALGÚN EXPERTO EN GEOLOGÍA.

La visita de algún experto para que comparta con los alumnos su experiencia, motivará al alumnado para relacionar los contenidos del currículum con las vivencias de estas personas.

- SALIDAS DEL CENTRO.

Para la enseñanza de la Geología es esencial realizar salidas de campo, son complicadas por la logística, pero hay cosas que solamente se entienden saliendo fuera del centro.

Con esta propuesta intentamos abarcar los tres saberes. *Saber*, relacionado con la parte cognitiva y encargada de los conocimientos que adquiere el alumno en su formación. *Saber hacer,* que es la parte práctica donde el alumno aplica los conocimientos adquiridos. Y *saber ser,* la parte dedicada a las emociones, encargada del desarrollo como persona por parte del alumno durante su etapa formativa.

2.5 El Proyecto Earth Learning Idea.

2.5.1 Origen de la propuesta.

Como comentamos en la introducción, Earth Learning Idea fue desarrollada para el *Año Internacional del Planeta Tierra* con el propósito de publicar actividades didácticas para la enseñanza de las Ciencias de la Tierra cada semana durante el año 2008.

La Unidad de Educación en Ciencias de la Tierra (de siglas ESEU en inglés), está localizada en el Reino Unido y se mostró interesada en participar en el IYPE (International Year of Planet Earth, Año Internacional del Planeta Tierra) dado que la extensión del conocimiento de las Ciencias de la Tierra era un objetivo importante del mismo. El ESEU contaba con una larga experiencia en el desarrollo de talleres sobre Ciencias de la Tierra para docentes en todo el Reino Unido y deseaba desarrollar un

proyecto piloto de iniciativas similares en otros países, ya que la investigación realizada en Inglaterra demostraba que era un modelo muy efectivo para cambiar la forma en que se enseñaba en el aula (King et al, 2009).

La ESEU desarrolló un proyecto y se lo presentó a la IYPE. El proyecto consistía en la distribución de un cuestionario a los capacitadores de docentes en todo el mundo para determinar el status de la enseñanza de las Ciencias de la Tierra en sus países y establecer si una iniciativa del tipo del plan piloto de la ESEU resultaría efectiva en los mismos. Tras analizar los cuestionarios se determinó que esta iniciativa podía tener éxito en países como Filipinas, Sudáfrica y Trinidad. Pero nunca se consiguió la financiación necesaria para desarrollar el proyecto.

Tras este fracaso, la ESEU diseñó un nuevo plan: desarrollar un sitio en la red para publicar, en inglés, materiales para la enseñanza de las Ciencias de la Tierra que pudieran ser utilizados en todo el mundo. Pero de nuevo volvió a fallar la financiación.

Finalmente, tres integrantes del grupo de trabajo de la ESEU decidieron desarrollar por su cuenta la iniciativa, a pesar de la falta de financiación. El resultado es Earthlearningidea (AprendeideaTierra). En https://www.earthlearningidea.com/, el sitio web implementado por el equipo de Earthlearningidea, pueden encontrarse todas las actividades publicadas hasta el momento, así como algunas consideraciones acerca del proyecto y su fundamento pedagógico.

2.5.2 Propuestas y objetivos.

El proyecto fue desarrollado bajo la consigna *Educación en Ciencias de la Tierra para el mundo en desarrollo,* y ha sido descrito en su concepción inicial por King et al., (2007). A continuación, mostramos los objetivos tal y como fueron publicados en el sitio web del proyecto:

- Desarrollar una estructura de soporte basada en Internet y un foro de discusión capaz de suministrar recursos educativos a los educadores de todo el mundo utilizando las herramientas modernas de la red.

- Promocionar la estructura y el foro entre los capacitadores y maestros de Ciencias de la Tierra a través de las Ciencias, la Geografía y las disciplinas relacionadas, con foco en los alumnos de 8 a 14 años pero que fueran también atractivas para alumnos mayores o menores.
- Desarrollar 57 actividades vinculadas a las Ciencias de la Tierra que reforzaran el conocimiento y comprensión de la Tierra, promovieran las habilidades interactivas de los docentes y desarrollaran las habilidades para investigar y razonar de los alumnos en temas de interés para sus vidas cotidianas, al provocar debates educativos sobre las actividades. Cada actividad debía estar presentada de modo atractivo, ser fácilmente descargada del sitio y presentar notas de interés para los capacitadores y docentes.
- Publicar cuatro de estas actividades en Internet entre Septiembre y Diciembre del 2007 como una preparación del Año Internacional del Planeta Tierra (IYPE), y una por semana (52 actividades) durante dicho año (2008).
- Destacar los principios de las Ciencias de la Tierra, los principios científicos y geológicos e identificar los principios didácticos subyacentes en cada actividad.
- Iluminar los principios de las Ciencias de la Tierra, desentrañar los principios geológicos y científicos subyacentes e identificar los principios educativos que fundamentan cada actividad.
- Incentivar una discusión global positiva alrededor de cada actividad para explorar su potencial didáctico y su potencial para desarrollar el conocimiento y comprensión de la Tierra y sus procesos.
- Animar a los miembros de la red global a enviar más actividades que puedan ser aceptadas y editadas para su publicación en el año 2009 y posteriormente.
- Desarrollar una red que incluya científicos de las Ciencias de la Tierra voluntariosos, educadores y demás alrededor del proyecto.

Se propusieron alcanzar las siguientes metas: desarrollar una estructura de apoyo para capacitadores y docentes de las Ciencias de la Tierra de todo el mundo basada en Internet, proporcionándoles recursos didácticos que promuevan la enseñanza interactiva y el desarrollo de capacidades de investigación y razonamiento, así como provoquen el debate didáctico, minimizando los costos con el uso del esfuerzo voluntario y una predisposición favorable.

Y las propuestas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Una idea para enseñar Ciencias de la Tierra a intervalos regulares.
- Con mínimo costo y mínimos recursos.
- Dirigida a docentes y capacitadores de las áreas de Ciencias y Geología a nivel escolar.
- Discusiones *on line* sobre cada idea.
- Desarrollo de una red mundial.

Las propuestas abarcan desde actividades prácticas hasta ejercicios de imaginación. Las ideas requieren poco o ningún equipamiento, por lo que favorece su implementación en aulas con mínimos recursos. Cada idea está basada en una actividad.

2.5.3 Actividades propuestas por Earth Learning Idea.

Las actividades que propone Earth Learning Idea, traducidas al castellano, están agrupadas en nueve categorías, la catalogación se realizó sobre los temas de las Geociencias que son comunes en los currículos de todo el mundo:

1.- *La Tierra como sistema*, compuesta por 15 actividades.
2.- *La Energía de la Tierra,* 60 actividades.
3.- *La Tierra en el espacio,* 8 actividades.
4.- *Los materiales de la Tierra,* 33 actividades.
5.- *La Evolución de la vida,* 18 actividades.
6.- *El tiempo geológico,* 8 actividades.
7.- *Investigando el planeta,* 36 actividades.
8.- *Riesgos naturales,* 18 actividades.
9.- *Recursos y Medio Ambiente*, 19 actividades.

Disponemos, por lo tanto, de 215 actividades. Y a través de este enlace podemos acceder a la versión en castellano de la web donde podemos ver los títulos de todas las actividades: http://www.earthlearningidea.com/Indices/contents_Spanish.html.

En la web original, https://www.earthlearningidea.com/, nos encontramos con cuatro secciones diferenciadas. En una tenemos todas las actividades en inglés que ascienden a un total de 277. En otra llamada *ELI pages,* tenemos información sobre los creadores y cómo contactar con ellos, acceso a un blog, o como suscribirte, entre otras cosas. Tenemos otra sección donde se describe la repercusión internacional del proyecto, señalando todos los países donde se han descargado actividades de ELI, un total de 202, donde se han descargado 3,702.998 actividades desde Diciembre de 2008 hasta Junio de 2018. Y en la última sección nos encontramos las versiones traducidas a un total de 12 idiomas (castellano, catalán, noruego, italiano, alemán, portugués, polaco, eslovaco, chino mandarín, japonés, coreano y tamil).

Todas las actividades aparecen en formato PDF y tienen la misma estructura general. A continuación, vamos a analizar una de ellas para que nos sirva de ejemplo (en el anexo 2 (2c) tenemos la actividad completa tal cuál está en la web, junto con otros ejemplos).

La actividad se titula **¡Los Himalayas en 30 segundos!**, y está englobada dentro de la categoría *La Energía de la Tierra.* Viene descrita en formato PDF y nos la podemos descargar. Al igual que el resto de las actividades tiene la siguiente estructura:

- El título, y un subtítulo que nos ayuda a saber un poco mejor en qué consistirá la actividad.
- A continuación, una descripción de la actividad, con texto e imágenes, esquemas y aclaraciones de las imágenes.
- Por último, aparece una Ficha técnica de la actividad, con varios apartados, en los que se describen diferentes aspectos. Los aparatados son los siguientes:

⇒ **Título:** *¡Los Himalayas en 30 segundos!*

⇒ **Subtitulo:** *Cómo crear una cadena montañosa en una caja.*

⇒ **Tema:** brevemente se explica la temática relacionada con la actividad, en este ejemplo, *la compresión lateral puede deformar las rocas en pliegues y fallas, imitando el modo en el que se forman las montañas.*

⇒ **Edad de los alumnos:** nos dan el rango de edad más apropiado para la actividad, *de 9 a 18 años,* en este caso.

⇒ **Tiempo necesario para completar la actividad:** nos informan del tiempo aproximado que tardaremos en realizar la actividad. Aquí serían sobre *10 minutos, si el montaje se realiza frente a los alumnos.*

⇒ **Aprendizajes de los alumnos:** se describe qué tipo de contenidos concretos son los que aprenderían los alumnos con el desarrollo de la actividad propuesta. En este caso concreto un ejemplo sería: *describir como las fuerzas laterales pueden producir pliegues y fallas en las rocas estratificadas*.

⇒ **Contexto:** nos sugieren en qué temas y asignaturas puede resultar útil la práctica de esta actividad, y relacionándola con la vida real y la actualidad. Esta actividad puede ser utilizada para *ampliar las clases acerca de fuerzas en Física, o en Geografía para completar la comprensión de la forma en que los rasgos de la superficie de la Tierra afectan los sistemas meteorológicos.*

⇒ **Ampliación de la actividad:** nos ofrecen sugerencias de cómo continuar la actividad para consolidar los conocimientos adquiridos, bien sea en el aula o también fuera de ella. En este caso, una de ellas sería, *pedir a los alumnos que dibujen el aspecto de los pliegues en diferentes momentos para producir una secuencia de los efectos de la deformación.*

⇒ **Principios subyacentes:** es donde se señalan y aclaran los principios científicos y geológicos que sustentan la actividad. Nos indican los distintos conocimientos que están detrás de cada actividad y que podemos enseñar a los alumnos con el desarrollo de la misma. Un ejemplo en este caso sería: *Al iniciarse el movimiento, la fuerza ejercida sobre la tabla vence la fricción dentro de la arena, haciendo que se pliegue, y también trabaja contra la gravedad, causando la elevación.*

⇒ **Desarrollo de habilidades cognitivas:** nos avanzan cuáles pueden ser las respuestas de los alumnos ante el cambio conceptual que se propone a través de la actividad, este apartado lo explicaremos con más detalle en el siguiente apartado **(2.4.4).** *Se establece como patrón que los plegamientos y fallas son producidos por compresión,* esta sería una de las que se proponen en esta actividad.

⇒ **Recursos necesarios:** que necesitaremos para esta actividad.

- *Una caja pequeña y transparente de plástico o vidrio, por ejemplo, una pecera.*

- *Una tabla que se ajuste a la caja.*
- *Arena seca.*
- *Harina, u otro polvo que tenga contraste de color con la arena. Una cuchara, para agregar la arena y el polvo en la caja.*

⇒ **Contactos útiles:** nos nombran otras actividades relacionadas con la nuestra en concreto. 'Make your own folds and faults' y otras actividades que involucran deformación en "The Dynamic Rock Cycle", on the Earth Science Education Unit website: http://www.earthscienceeducation.com/

⇒ **Fuente:** nos indica quién ha diseñado la actividad, *Earth Science Teachers' Association (1992) Science of the Earth 11 – 14: Earth's Surface Features. Sheffield: Geo Supplies Ltd.*

⇒ **Traducción:** la traducción al español ha sido realizada por Aulagea, el programa de extensión del Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (pepe@gl.fcen.uba.ar).

A continuación, mostramos unas imágenes de esta actividad para hacernos una idea de cómo son.

En la fotografía que mostramos a continuación (**Fig. 1**) vemos la disposición en la urna de varias capas superpuestas de arena y harina, junto a la tabla.

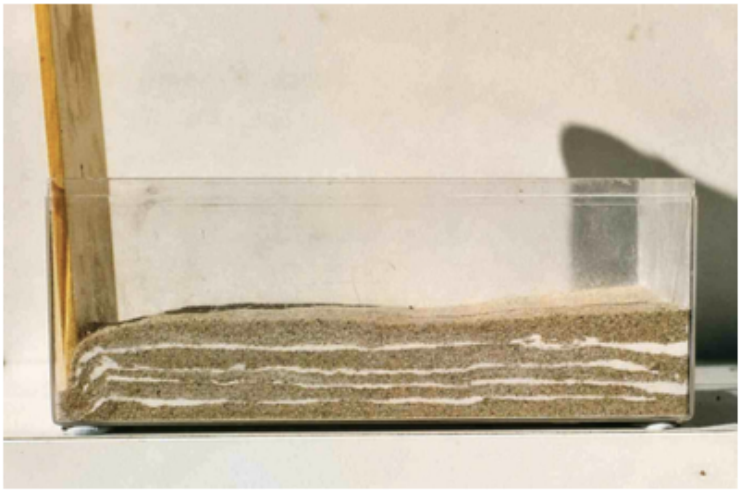


Fig. 1. Modelo analógico de formación de pliegues 1.

Una vez se ejerce la fuerza de compresión, las capas se van plegando y adquieren esta apariencia (**Fig. 2**).

Fig. 2. Modelo analógico de formación de pliegues 2.

Todas las actividades tienen, como hemos comentado, las mismas características, algunas tienen pequeñas diferencias o algún apartado más en función de las particularidades de cada actividad.

2.5.4 ELI y el desarrollo de habilidades cognitivas.

El desarrollo de habilidades cognitivas está basado en una iniciativa de la década de l990 en el Reino Unido, denominada "aceleración cognitiva a través de la educación científica" (Cognitive Acceleration through Science Education –CASE-approach), Adey et al (2001), (citado en King et al, 2009). Durante una intervención del CASE, se enseñaban 30 lecciones especiales de "Pensando a través de la Ciencia" a alumnos de 11 a 13 años durante dos años. La investigación del impacto de esta estrategia mostró algunos resultados notables, ya que el resultado de los exámenes en los antiguos alumnos a los 14 años mostró una mejora de alrededor del 20% en su desempeño en ciencias y una mejora similar en sus resultados en matemáticas y en lenguaje. Al ser evaluados a los 16 años, mostraron una mejora similar. Cada sesión de CASE incluía los siguientes elementos:

- Construcción o desarrollo de búsqueda de patrones. Los alumnos debían recopilar información y analizarla en busca de patrones.
- Conflictos cognitivos. Se presentaba a los alumnos un desafío al encontrar datos que no cuadraban con los patrones previamente identificados y se les pedía que explicaran el significado de los nuevos datos.
- Metacognición. Se pedía a los alumnos que discutieran cómo se habían desarrollado sus pensamientos a medida que la actividad avanzaba.
- Vinculación. Finalmente, se les pedía que aplicaran sus nuevas ideas a diferentes contextos.

Una aproximación similar a esta ha sido utilizada por Earthlearningidea, y esto se ha incluido en la Ficha Técnica para los profesores (King et al, 2009).

2.5.5 Enfoques de las actividades.

Hemos comentado anteriormente las distintas categorías en que se agrupaban las actividades, pero también podemos agruparlas en función del enfoque con el que se han creado. Lo explicaremos mejor utilizando ejemplos.

Hay una serie de actividades que terminan su título con las palabras "*desde la ventana"*, bajo esta denominación se incluye la realización de experiencias mentales, ejercicios de pensamiento, y ver cómo reaccionan los alumnos ante las situaciones hipotéticas, pero sintiéndolas como reales. Una de las razones para desarrollar este enfoque fue animar a los docentes a utilizar el "laboratorio exterior" para enseñar. La idea fue desarrollada por el Grupo de Trabajo al Aire Libre de la Asociación de Docentes de Ciencias del Reino Unido, como "Ciencia tras la puerta", y se llevaba a los alumnos a los jardines de la escuela y "Ciencia más allá de la entrada" donde se llevaba a los alumnos a lugares cercanos a la escuela. Algún ejemplo podrían ser las actividades, *el ciclo de las rocas desde la ventana, una erupción desde la ventana o un tsunami tras la ventana.*

Otro enfoque con ciertas similitudes al anterior sería el que aglutina actividades que comienzan con la pregunta *¿Cómo fue estar allí?,* donde se pide a los alumnos que traten de imaginar cómo habrá sido la situación al ocurrir determinados procesos. Aquí entra en juego la imaginación, los sentidos e incluso las emociones. Estas experiencias

pretenden que los alumnos adquieran una visión de cómo funcionan algunos procesos de la Tierra. En esta categoría se encuentran: *¿Cómo habrá sido estar allí? - Dar vida a un fósil, ¿Cómo debía ser estar allí? - pistas en los sedimentos que hacen revivir un ambiente, ¿Cómo fue estar allí, en el mundo de las rocas?*

En otra línea podemos encontrarnos con las actividades que proponen un modelado interactivo, donde se preparan modelos de procesos terrestres para que así de una manera interactiva los alumnos comprendan mejor los procesos formadores de esas acciones y se pueda debatir las diferencias entre el proceso real y el modelo. En este apartado tenemos gran cantidad de actividades, algunas de ellas son: *Los Himalayas en 30 segundos, Tsunami, ¡Atrapados! ¿Por qué el gas y el petróleo no pueden escapar de su prisión subterránea?, Genera tu propia erupción.*

Algunas de las propuestas lo que tratan es de que los alumnos investiguen fenómenos reales de la Tierra, en tiempo y espacio reales. *¿Por qué está muerto el Mar Muerto? ¿Por qué se erosiona el suelo? Sondeos eléctricos del terreno,* son ejemplos de este apartado, en los que se trabajan conceptos y magnitudes como, la densidad y salinidad, erosión y su repercusión en el suelo, y la resistencia eléctrica y su importancia para encontrar objetos enterrados.

Y por último tenemos, un grupo de actividades que nos introducen en el trabajo de campo proporcionándonos ideas de posibles acciones en las salidas, y otro grupo donde se ayuda a los profesores a planificar el trabajo de investigación en el campo ante cualquier afloramiento. Para cada caso se proporcionan posibles preguntas con algunas respuestas adecuadas con el fin de ayudar a decidir si las preguntas funcionarían bien donde se encuentran o si se podrían hacer en cualquier lugar. Estas actividades se presentan como: *Preguntas ante un afloramiento,* tenemos hasta 14 propuestas diferentes, encontrándonos con ejemplos de preguntas sobre *suelo, fósiles, erosión o fallas.*

2.5.6 Expansión de la propuesta a nivel mundial.

Como ya hemos citado, hasta Junio de 2018, se han descargado mas de 3,7 millones de actividades desde 202 países distintos y se han traducido del inglés un total

de 922 actividades en 12 idiomas diferentes. El éxito del proyecto es rotundo, y es que lo único que necesitamos es tener acceso a internet por parte de los formadores o profesores para descargarse las actividades, y apenas se necesita material de laboratorio para llevarlas a cabo. Además, el hecho de que los creadores trabajasen sin remuneración les daba la completa libertad de conciencia para solicitar a otros que hicieran lo mismo, y el resultado ha sido que mucha gente de todo el mundo se ha sumado de manera entusiasta, con la intención de ayudar muy particularmente difundiendo la iniciativa en sus áreas de influencia (King et al, 2009).

3 MÉTODO Y PROCEDIMIENTO.

3.1 El contexto: nuestro centro.

El centro en el que vamos a desarrollar nuestra innovación es el Centro Privado de Educación Infantil, Primaria y Secundaria Echeyde II, situado en el municipio de San Cristóbal de La Laguna, en la isla de Tenerife. Es un centro privado-concertado que forma parte de una cooperativa de enseñanza a la que pertenecen también los centros Echeyde I y III, y donde se oferta Educación Infantil, Educación Primaria y Educación Secundaria.

El municipio cuenta con una población de unos 159.000 habitantes, y nuestro centro se encuentra en el núcleo poblacional de San Miguel de Geneto, una zona urbana, donde residen unos 7.000 habitantes aproximadamente. Es una zona en crecimiento, donde están ubicados varios centros comerciales, pero también hay espacio para pequeñas parcelas de cultivo y granjas ganaderas. Su población tiene un nivel socioeconómico medio y el índice de familias extranjeras es muy bajo.

El centro posee las infraestructuras necesarias para la práctica educativa. Posee una amplia zona de espacios abiertos con patios y canchas deportivas, y luego tiene varios edificios. Uno para Educación Infantil, otro para Educación Primaria, otro para Secundaria y un último de Servicios.

En el edificio de Secundaria se encuentran las aulas de los cursos de 1º a 4º de la ESO (existen 4 grupos por curso). Además, también se encuentran una tutoría, un gimnasio, un aula de audiovisuales, y los despachos de Jefatura de Estudios y del departamento de Orientación.

Las aulas se encuentran en perfecto estado, son luminosas y con equipo audiovisual propio.

En el edificio de Servicios se encuentra el laboratorio, es de tamaño aceptable, pero presenta evidentes signos de desuso. Posee bastante material de vidrio y 10 microscopios ópticos, pero hay muy pocos reactivos y las mesas de trabajo no están

preparadas para realizar actividades con los alumnos. El centro posee dos aulas de informática para Secundaria, una equipada con 15 ordenadores) y otra con 20 tablets.

En total el centro presenta 89 docentes. 25 de ellos para Educación Infantil, 36 en Educación Primaria y 28 en Educación Secundaria.

El número de alumnos matriculados para el presente curso es de 1.129 repartidos de la siguiente manera:

- 211 en Educación infantil.
- 510 en Educación Primaria.
- 17 en Educación Especial (9 en aula enclave y 8 en Transición a la Vida Adulta).
- 391 en Educación Secundaria.
-

Al margen del profesorado, el Centro cuenta con personal de administración (4), personal de mantenimiento y subalterno (4), personal contratado para comedor (2 cocineros, 2 ayudantes de cocina y 26 cuidadores), personal de seguridad (2)y monitores de actividades extraescolares (41). En total tenemos a 79 personas formando el personal no docente.

3.2 Planteamiento teórico inicial.

Durante nuestra propuesta de innovación trataremos de demostrar que con el uso de recursos analógicos en general (el proyecto Earth Learning Idea en particular) en la enseñanza de la Geología, obtendremos mejores resultados y un aprendizaje de mayor calidad, que si no los utilizamos. Ciertamente es una tarea compleja, por no decir casi imposible, pues demostrar algo así requeriría una investigación mucho más profunda, tanto en número de alumnos, como en tiempo realizado; y debería efectuarse en diferentes centros con características étnicas, socioeconómicas y culturales diferentes, llevarse a cabo también por distintos profesionales que pudiesen implementar la mayor cantidad de actividades analógicas tanto en ESO como Bachillerato, y así obtener suficientes datos como para poder confirmar nuestra pretensión inicial.

En cualquier caso, debemos ajustarnos a lo que tenemos. Y esto es, un periodo de poco más de siete semanas durante el transcurso de las prácticas externas de este Máster en Formación del Profesorado. Trabajaremos con los alumnos de 1º, 3º y 4º, que son, como ya hemos comentado, los cursos donde se imparte la asignatura de Biología y Geología.

Nuestro planteamiento inicial es, desarrollar los contenidos del currículum correspondientes a los criterios de evaluación de la parte de Geología (Anexo 1), diseñando unidades didácticas con situaciones de aprendizaje donde los alumnos adquieran las competencias básicas exigidas y los conocimientos requeridos en cada criterio de evaluación.

Con la mitad del alumnado, realizaremos actividades analógicas propuestas por ELI, que se correspondan con los contenidos curriculares. Y con el resto de alumnos no realizaremos estas actividades analógicas, sino que realizaremos las actividades propuestas por el libro de texto que utiliza el centro para esos contenidos concretos.

Finalmente realizaremos una evaluación. Nuestra evaluación será continua, e intentaremos que sea lo más individualizada posible, esto es, debemos atender a la diversidad que nos enfrentamos en cada aula, teniendo en cuenta el tipo de alumno que tenemos, y asumiendo que el aprendizaje es un proceso en el que no todos salen desde el mismo punto de partida, por lo que no podemos exigirles que lleguen a las mismas metas en el mismo tiempo. Y donde se valore de forma importante el esfuerzo realizado en ese proceso más que el resultado en sí mismo.

Por lo tanto, tendremos en cuenta la participación y actitud tanto en el aula como en el laboratorio, las tareas realizadas en clase y en casa, tanto individuales como en grupo, los debates, las pruebas realizadas ya sean orales o escritas, en definitiva, la idea es evaluarlo "todo". De forma general, nuestra evaluación estaría formada por las siguientes partes:

- ✓ Participación y actitud: se correspondería con un 10% de la nota final.

Valoraremos su actitud en el aula, en el laboratorio, en el aula de informática, en las salidas, las charlas, los debates. Su motivación, participación y esfuerzo en todas las actividades propuestas.

- ✓ Trabajos realizados: 40%

  Aquí se englobarían las tareas realizadas en clase, en el laboratorio, en el aula de informática, en casa, de forma individual y también todos los productos de los trabajos cooperativos.

- ✓ Prueba escrita: 50%

  Realizaremos un examen al final de cada unidad didáctica, en ella se intentará incluir preguntas tipo test, de relacionar conceptos, preguntas cortas y una más larga. Intentamos así que se acostumbren a enfrentarse a diferentes tipos de pruebas y aprendan a manejar cada una de ellas.

De esta evaluación, trataremos de extraer datos que nos indiquen si obtenemos mejores, peores o los mismos resultados con una metodología o con la otra.

3.3 Desarrollo práctico.

3.3.1 Elección de los grupos-clase para llevar a cabo la propuesta de Innovación.

Iniciamos el periodo de prácticas en el centro asignado y nos encontramos con las primeras dificultades para el desarrollo de nuestro trabajo. Los alumnos de 1º y 4º ya han dado todos los contenidos sobre Geología previstos en el currículum, algo que nos parece lógico, pues como ya hemos comentado, entendemos que iniciar el curso con los temas de Geología es la propuesta más conveniente y pedagógica.

Por lo tanto, solamente nos quedan los alumnos de los cuatro grupos de 3º para poder trabajar con ellos. Debemos recordar que en este curso solamente tenemos dos clases a la semana.

Además, nos comunican que habitualmente en 3º la Geología la dejan para el final y que en muchas ocasiones son pocos los contenidos geológicos que pueden llegar a impartir por la falta de tiempo y el cansancio acumulado durante el transcurso del curso. Y en nuestra opinión, debido al extenso contenido curricular de Biología en este

curso, se provoca cierto rechazo del alumnado a realizar el cambio de Biología a Geología, pues llevan todo el curso con la misma temática y a estas alturas del curso no están muy receptivos a ningún cambio.

Todo este tipo de complicaciones lo que nos hace es preguntarnos si el periodo de tiempo en el que se realizan las prácticas es el más adecuado (21 Marzo-18 Mayo, último trimestre), o si la duración de las mismas es suficiente como para poder realizar un trabajo de investigación como el que nos proponemos, ya que al no poder ponernos en contacto con el centro con anterioridad, no se puede hacer una planificación con los profesores-tutores del centro que imparten la asignatura para intentar exprimir al máximo las poco más de siete semanas de estancia en el centro.

Hemos de señalar también que por parte del centro hemos recibido todas las facilidades posibles para desempeñar nuestro proyecto, así pues, queremos agradecer toda la colaboración brindada por los profesionales del centro Echeyde II.

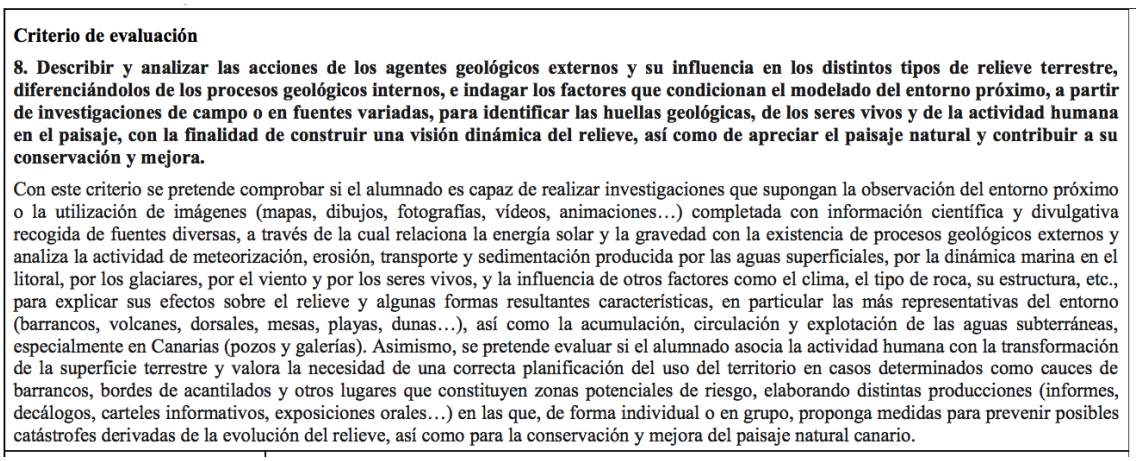
3.3.2 Propuesta de intervención.

Una vez conocidos los cuatro grupos con los que vamos a trabajar, diseñamos nuestra propuesta para 3º de la ESO. Son dos las profesoras que imparten la asignatura de Biología y Geología en el centro, y a nuestra llegada al centro están impartiendo los contenidos del quinto criterio de evaluación que están dedicados al sistema nervioso y al sistema endocrino, habiendo dado ya la mitad aproximadamente de los mismos.

Buscamos con las dos docentes la forma de planificar las sesiones que restan, ya que me comunican que necesitan tres semanas, aproximadamente, para terminar los temas de Biología, y posteriormente iniciaríamos la parte de Geología. Esto nos deja, en principio, cuatro semanas para llevar a cabo nuestro propósito, un total de ocho sesiones por cada grupo.

Durante este tiempo queremos trabajar el criterio de evaluación nº 8 del currículum, que se lo mostramos en la **Figura 3.** El resto de criterios de evaluación con contenidos geológicos en la ESO y su relación con las competencias básicas y los

estándares de aprendizaje establecidos por el currículum de Canarias están recogidos en el Anexo 1.



Criterio de evaluación

8. Describir y analizar las acciones de los agentes geológicos externos y su influencia en los distintos tipos de relieve terrestre, diferenciándolos de los procesos geológicos internos, e indagar los factores que condicionan el modelado del entorno próximo, a partir de investigaciones de campo o en fuentes variadas, para identificar las huellas geológicas, de los seres vivos y de la actividad humana en el paisaje, con la finalidad de construir una visión dinámica del relieve, así como de apreciar el paisaje natural y contribuir a su conservación y mejora.

Con este criterio se pretende comprobar si el alumnado es capaz de realizar investigaciones que supongan la observación del entorno próximo o la utilización de imágenes (mapas, dibujos, fotografías, vídeos, animaciones…) completada con información científica y divulgativa recogida de fuentes diversas, a través de la cual relaciona la energía solar y la gravedad con la existencia de procesos geológicos externos y analiza la actividad de meteorización, erosión, transporte y sedimentación producida por las aguas superficiales, por la dinámica marina en el litoral, por los glaciares, por el viento y por los seres vivos, y la influencia de otros factores como el clima, el tipo de roca, su estructura, etc., para explicar sus efectos sobre el relieve y algunas formas resultantes características, en particular las más representativas del entorno (barrancos, volcanes, dorsales, mesas, playas, dunas…), así como la acumulación, circulación y explotación de las aguas subterráneas, especialmente en Canarias (pozos y galerías). Asimismo, se pretende evaluar si el alumnado asocia la actividad humana con la transformación de la superficie terrestre y valora la necesidad de una correcta planificación del uso del territorio en casos determinados como cauces de barrancos, bordes de acantilados y otros lugares que constituyen zonas potenciales de riesgo, elaborando distintas producciones (informes, decálogos, carteles informativos, exposiciones orales…) en las que, de forma individual o en grupo, proponga medidas para prevenir posibles catástrofes derivadas de la evolución del relieve, así como para la conservación y mejora del paisaje natural canario.

Figura 3. Criterio de evaluación nº 8 de 3º ESO, currículum de la Comunidad Autónoma de Canarias (BOC nº 136 del 15 de Julio de 2016).

Como disponemos de ocho sesiones, hemos decidido trabajar uno sólo de los dos criterios que propone el currículum y hemos decidido este, ya que trata sobre los procesos geológicos externos, algo más fácil de entender, que los procesos internos, que es de lo que se ocupa el criterio nº 9. No olvidemos que a estos alumnos no se les imparte Geología desde hace dos años, por lo que el inicio debe ser lo más sencillo posible.

Analizando los contenidos del criterio, hemos seleccionado 5 actividades de Earth Learning Idea para desarrollar con los dos grupos con los que trabajaremos este proyecto (estas actividades están incluidas íntegramente en el Anexo 2). Son los grupos de 3ºA y 3ºB a los que llamaremos ELI +, mientras que a 3ºC y 3ºD los denominaremos ELI – por no realizar estas actividades.

Teniendo en cuenta todo esto, hemos diseñado la siguiente temporalización:

- Una primera sesión dedicada a conocer a nuestros alumnos y de introducción a la Geología, ya que son alumnos que llevan sin ver contenidos en Geología desde hace dos años, y llevan todo el curso estudiando Biología, donde podamos motivarlos y se ilusionen con la asignatura. También nos puede servir como punto de partida para ir

analizando los preconceptos erróneos más evidentes del alumnado con los temas a tratar.

- Una sesión expositiva dedicada, partiendo de los conceptos previos erróneos, a la explicación de una parte de los conceptos fundamentales de este criterio (los procesos geológicos externos, la influencia del Sol y la gravedad en la dinámica de la atmósfera e hidrosfera, y los procesos de meteorización, erosión, transporte y sedimentación). Y en la parte final haremos con 3ºA y 3ºB la actividad de ELI titulada: *Meteorización, la destrucción de las rocas.* Con los otros grupos realizaremos las actividades que propone el libro de texto que utiliza el centro para afianzar los conceptos más importantes sobre la meteorización, algo que repetiremos con los temas que tratemos en las otras actividades de ELI con 3ºA y 3ºB.

- En la tercera sesión haremos un breve repaso de los conceptos dados y explicaremos los conceptos relevantes sobre las actividades que vamos a realizar. Haremos dos actividades ELI: *Cocktail erosivo y Movimiento por rodamiento, saltación, flotación e invisible.* Con los grupos ELI – haremos las actividades del libro de texto relacionadas con la erosión y el transporte.

- Una cuarta sesión empezando con el repaso de algunos conceptos y ampliación de otros relacionados con la actividad a realizar, y para terminar haremos la actividad: *Estructuras sedimentarias -imbricación-* con los grupos ELI +. Y con los grupos ELI – trabajaremos las actividades propuestas por el libro.

- La quinta sesión sería una clase expositiva para la explicación del resto de conceptos que se proponen en el criterio (los agentes geológicos externos y su influencia en el modelado del relieve), insistiendo en encontrar los errores conceptuales del alumnado para poder producir una construcción adecuada de los conocimientos.

- La sexta sesión la dedicaremos en parte a las aguas subterráneas, un agente geológico de sumo interés en nuestras islas. Primero pediremos a los alumnos que realicen un dibujo de cómo se imaginan las aguas subterráneas. A continuación, realizaremos con 3ºA y 3ºB la actividad: *¡Pozos, pozos, pozos! Construcción de un modelo de un pozo.* Y con los otros grupos realizaremos una explicación teórica, donde

les mostramos los dibujos y analizamos los errores más comunes. Posteriormente volveremos a pedirles que vuelvan a realizar el dibujo tras la realización de la actividad en un caso, y la explicación más teórica en el otro, para así comparar resultados. Terminaremos solventado las dudas que puedan tener sobre todos los contenidos dados.

- En la séptima sesión realizaremos una prueba escrita.

- Y la octava y última sesión la dedicaremos a la entrega de las tareas y exámenes corregidos y a comentarles como han sido los resultados de la evaluación, analizar los errores por si tienen alguna duda, y despedirnos.

Esta era la propuesta diseñada para nuestro trabajo. Lamentablemente, una serie de inconvenientes que relataremos a continuación, impidieron que la pudiésemos llevar a cabo, al quedarnos sin las sesiones previstas inicialmente.

3.3.3 Dificultades.

Durante las primeras semanas fuimos testigos de las dificultades que a veces tiene un docente para desarrollar su planificación en el tiempo deseado. Nos encontramos con la pérdida de sesiones por muy diferentes motivos.

Los viajes de fin de curso, faltando los alumnos y también las dos profesoras con las que comparto las clases de 3º (varias semanas). También salidas del centro con actividades extraescolares durante el horario lectivo y otra serie de actividades que coincidían con nuestras horas de Biología y Geología. Teniendo en cuenta que solamente tenemos 2 clases semanales por grupo, esto provocó el consecuente retraso en el término de las sesiones previstas para terminar los temas de Biología por parte de sus profesoras, y la lógica disminución en el número de sesiones previstas para nuestra intervención.

A medida que transcurría el tiempo veíamos como se iban cayendo sesiones hasta, en última instancia, quedarnos con un total de 4 clases con cada grupo.

Por lo tanto, pasamos de un diseño inicial con 8 sesiones, a poder conseguir, con ciertas dificultades, 4. Así pues, nos vimos obligados a reestructurar nuestra propuesta.

3.3.4 Intervención final.

Para el total de 4 sesiones pudimos realizar 2 actividades de ELI, las relacionadas con la meteorización y con aguas subterráneas, y trabajamos el mismo criterio de evaluación (nº 8). La temporalización fue la siguiente:

- La primera sesión estuvo dedicada a:

- Conocer al alumnado y que nos conozcan a nosotros. Fomentando un buen clima afectivo en el aula, algo que consideramos esencial para obtener buen rendimiento, aunque el poco tiempo disponible no deja mucho margen de acción.
- Buscar los conceptos previos erróneos del alumnado, para hacernos una idea de las dificultades que nos vamos a encontrar.
- Realizar una breve introducción a la Geología, buscando que adquieran una concepción dinámica de la misma y entiendan el planeta Tierra como un sistema en movimiento, donde hay relación e interacción entre Geosfera, Atmósfera, Hidrosfera y Biosfera. Para eliminar esa visión estática sobre los procesos geológicos tan habitual en el alumnado de secundaria.

  También tratamos de relacionar la asignatura con nuestro entorno, insistiendo en que vivimos en una Islas de origen volcánico, donde se hace obligado poseer conocimientos básicos sobre Geología. Hasta el nombre del colegio (Echeyde), tiene que ver con la Geología, pues es el nombre que Los Guanches daban al Teide. Intentamos que esta relación con el entorno provoque que vean la asignatura como algo útil cercano y atractivo.

Hemos decidido empezar así nuestras sesiones, ya que, estos alumnos no tenían contacto con la Geología desde 1º, hace ya dos años. Y nos pareció apropiado intentar motivar así a los alumnos, que llevan todo el curso viendo contenidos en Biología, y el cambio tanto de profesor como de materia en pleno Mayo podría resultar contraproducente.

- Nuestra segunda sesión se dividió en dos partes. Por un lado, realizamos una clase expositiva donde analizamos una parte de los contenidos del criterio de evaluación. Abordamos temas como la importancia del Sol y la gravedad en los procesos geológicos, la dinámica de la atmósfera e hidrosfera, y conceptos como meteorización, erosión, transporte y sedimentación.

Y para terminar realizamos la actividad de ELI, *Meteorización, la destrucción de las rocas*, con los grupos que corresponde, y con los grupos ELI - hicimos las propuestas del libro sobre la meteorización, consistentes en relacionar conceptos, rellenar espacios en blanco dentro de una frase o realizar pequeñas definiciones.

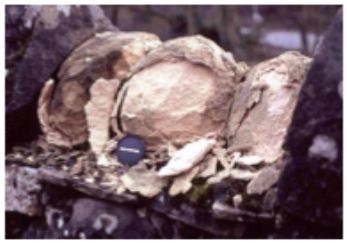
La descripción completa de la actividad está incluida en el Anexo 2 (2a).

La actividad consistió en el visionado de las 9 imágenes propuestas por la actividad (las podemos observar en la **Figura 4**), y los alumnos tuvieron que relacionarlas con las descripciones y las explicaciones de los procesos de meteorización correspondientes. Para ello generamos una ficha para completar por cada alumno, **Figura 5**.

FOTOGRAFÍA 1

FOTOGRAFÍA 2

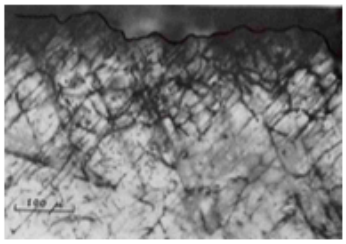
FOTOGRAFÍA 3



FOTOGRAFÍA 4

FOTOGRAFÍA 5

FOTOGRAFÍA 6 a



FOTOGRAFÍA 6 b

FOTOGRAFÍA 7

FOTOGRAFÍA 8

FOTOGRAFÍA 9

Figura 4. Imágenes a analizar de la actividad de meteorización

FOTO	DESCRIPCIÓN
	Una lápida, hecha en yeso rosa y blanco, actualmente presenta una superficie áspera y agrietada.
	Un gran bloque con un árbol que crece en una grieta del mismo.
	Fragmentos angulosos de caliza forman una escarpa de detritos al pie de la pared rocosa.
	Bloques redondeados de una roca ígnea oscura, con material suelto, de color marrón, rodeándolos.
	Una superficie horizontal en una caliza gris, con profundas grietas que la atraviesan en una red rectangular.
	Coladas de lavas moteadas en gris y blanco, con una banda castaño-rojiza entre ellas.
	Un bloque de caliza porosa de color crema, con material meteorizado a su alrededor.
	Un bloque de arenisca, de cuyo frente está desprendiéndose una lamina, en el muro de un antiguo edificio.
	Líquenes amarillos en un pilar. La imagen de microscopio muestra las raicillas de los líquenes.

FOTO	PROCESO DE METEORIZACIÓN
	Las raíces del árbol se han engrosado al crecer y han forzado la apertura de la grieta natural presente en la roca en la que han crecido.
	La roca porosa ha absorbido el agua de la lluvia. El proceso repetido de congelamiento y fusión ha inducido la fracturación de la roca y el desprendimiento de los fragmentos.
	El agua que escurría por la pared ha entrado en contacto con agua del subsuelo que ascendía por capilaridad. La reacción química entre el agua y los minerales de la roca ha producido la desagregación de las superficies externas del bloque.
	El agua ha percolado por las fracturas naturales, que presentaban un diseño rectangular. Las reacciones químicas han avanzado más rápidamente en los cruces de fracturas, generando bloques redondeados o esferoidales.
	La superficie de una colada quedó expuesta a la meteorización en un clima cálido y húmedo, lo que produjo la “oxidación” de los minerales ricos en hierro. Esta superficie fue luego cubierta por otro flujo de lava.
	El agua de lluvia, al correr sobre la superficie pulida a lo largo de más de 50 años ha disuelto parte de la roca, creando pequeños canales y ranuras.
	Por miles de años, los ácidos del agua de lluvia han reaccionado con la calcita (mineral que constituye las calizas), sobre todo en las fracturas presentes, denominadas diaclasas. El material solubilizado ha sido transportado en solución, formándose profundas acanaladuras con un patrón rectangular.
	Las raicillas de los líquenes se han abierto camino a través de los planos naturales de clivaje en la calcita que forma la roca, abriendo camino para la acción de otros agentes de meteorización.
	La repetición del ciclo de fusión y congelamiento del agua en las fracturas de la caliza que forma la ladera ha forzado la ruptura y caída de los bloques. El proceso de caída marca el inicio de la erosión, paso siguiente a la meteorización.

Figura 5. Ficha a cubrir por los alumnos sobre la actividad sobre meteorización.

Los alumnos fueron completando esta ficha, poniendo los números de las imágenes que se corresponden con la descripción de la imagen primero, y después con el proceso de meteorización.

En primer lugar, cumplimentaron la ficha de forma individual, y luego los reunimos en grupos de cuatro, para que debatieran entre ellos sus respuestas y llegara cada grupo a una respuesta final grupal. Una vez terminaron de consensuar, procedimos a la corrección de la actividad analizando el tipo de meteorización (física, química o biológica) de cada ejemplo, y realizamos un recuento de aciertos y errores por grupos, tratando de enfocar la actividad como un juego. Los alumnos se involucraron mucho.

Para completar la actividad les propusimos que realizaran una tarea, consistente en investigar en el exterior, en su entorno, signos de meteorización, por ejemplo, en rocas, edificios, sus viviendas, mobiliario urbano, estatuas, etc. Y que le hicieran una fotografía, o un dibujo en su defecto, para imprimirla junto con la explicación de dónde se había sacado, que es lo que creen que había pasado, su causa, y a que tipo de meteorización pertenece. Esta tarea fue realizada por todos los grupos (ELI + y ELI -), y nos servirá en la evaluación para conocer si hay mejores resultados en unos que en los otros.

- La tercera clase fue igual para todos los grupos, consistió en una parte de explicación de los últimos contenidos, centrados en el modelado del relieve y los agentes geológicos externos que lo provocan; el viento, el mar, el agua (superficial y subterránea), los ríos y los glaciares. Haremos especial hincapié en los que producen mayor alteración en nuestro entorno. Y veremos una serie de imágenes donde podamos contemplar los efectos que provocan en el relieve estos agentes geológicos.

Todas las imágenes son de las Islas Canarias (el 95% de Tenerife), exceptuando los ejemplos de glaciares y grandes ríos. Vimos ejemplo de dunas, playas (de arena y de cayados), barrancos, galerías subterráneas, acantilados, y algunos de paisajes con formas excepcionales y características de nuestro entorno.

Por último, terminamos comentando la acción geológica de los seres vivos, y reflexionando sobre la influencia del ser humano en la transformación de la superficie terrestre, analizando errores del pasado y proponiendo alternativas de futuro.

Les pedimos una pequeña tarea para casa. Deben buscar formas características o curiosas de nuestro relieve, bien en internet, o si salen al exterior a buscarlas mejor, y describir qué es, dónde está, y cual ha sido el agente o agentes geológicos que lo ha provocado, e ilustrarlo.

Con esta tarea tratamos de tener material de evaluación en idénticas condiciones para todos los grupos y nos sirva un poco como referencia en nuestra investigación, ante posibles diferencias marcadas de los grupos a evaluar y nos advirtieran así de no estar ante una distribución equilibrada de los alumnos en los grupos.

- La cuarta y última clase estuvo dedicada a las aguas subterráneas. Este agente geológico lo dejamos sin explicar hasta el momento para realizar la siguiente experiencia. Les pedimos a todos los grupos que nos hicieran un dibujo (individual) sobre lo que ellos entienden por "aguas subterráneas". Dónde y cómo se forman, si se mueven, que conformaciones adoptan, en definitiva, que fluya su imaginación.

Una vez terminados los dibujos, vamos con los grupos ELI + al laboratorio y allí realizamos la actividad de ELI *¡Pozos, pozos, pozos! Construcción de un modelo de un pozo,* descrita en el Anexo 2 (2a). Y con los grupos ELI - analizamos y comentamos los dibujos y les realizamos una explicación teórica sobre las características fundamentales de las aguas subterráneas, el riesgo de agotamiento, el nivel freático y las posibles causas de contaminación. También comentamos algunos de los dibujos realizados analizándolos y observando los errores más frecuentes.

Mediante esta actividad tratamos de eliminar un concepto previo erróneo muy extendido en el alumnado que es el de pensar que las aguas subterráneas aparecen siempre en forma de grandes lagos o grandes extensiones de agua incluso navegables, que accedemos a través de grutas; una concepción más idílica que real. Y aunque esto sí es cierto en algunas ocasiones, no es lo habitual.

Hemos de decir que esta idea fue la más extendida en los alumnos. Por lo que intentamos realizar ese cambio conceptual. Con unos como ya hemos dicho de forma más teórica, y con los otros con la actividad en el laboratorio, que vamos a describir.

Los materiales que utilizamos fueron: una garrafa de plástico de 5 litros cortada longitudinalmente, 2 tipos de grava, una bomba de un frasco de jabón líquido para manos, una regadera, un poco de colorante alimentario y un recipiente para recoger el agua.

Fuimos construyendo el modelo ante la mirada de los alumnos. Colocamos un tipo de grava, luego el otro, recreamos la lluvia con la regadera y nos dispusimos a hacer un pozo con la bomba de plástico. Una vez hecho accionamos la bomba y pudieron ver como salía el agua que estaba entre la grava, simulando al agua subterránea que se encuentra entre las rocas ocupando los poros o espacios libres.
En la **Figura 6** podemos observar como quedó el modelo realizado con los alumnos.

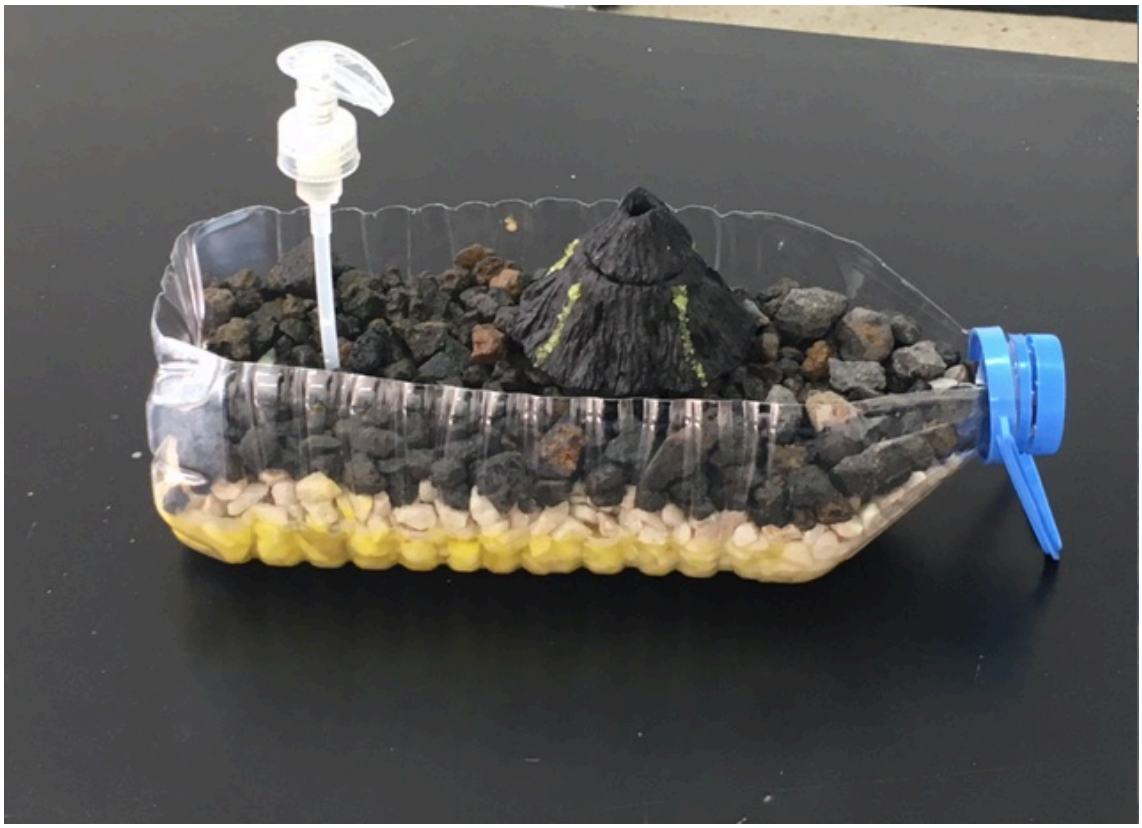


Figura 6. Modelo realizado con los alumnos de 3ºA y 3ºB, para la explicación de los contenidos sobre aguas subterráneas.

Se sorprendieron al ver que el agua no se encuentra como una gran extensión libre, y que estaba entre las rocas formando parte de un "todo".

Una vez logrado el cambio conceptual, insistimos en dos aspectos importantes: el agotamiento y la contaminación.

Seguimos extrayendo agua con la bomba y no recreamos más veces la lluvia, llegando así el momento donde no salía más agua, se había agotado. Tratamos de concienciar acerca de la importancia del agua, de la sobreexplotación y del consumo responsable de los recursos naturales. También se hace visible la importancia de la meteorología, de que no llueva, cuales pueden ser las causas de la falta de lluvia y su relación con el cambio climático y los problemas medioambientales actuales.

Aprovechamos esta parte para introducir el concepto de nivel freático, pues a través del plástico transparente se podía ir viendo el nivel del agua en todo momento.

Para abordar el tema de la contaminación, les ilustramos como actividades ganaderas o agrícolas, vertidos industriales o el tratamiento de los residuos pueden provocar la contaminación de las aguas subterráneas, con el problema que esto supone, y más aún en Tenerife, donde aproximadamente el 80% del agua de consumo proviene de pozos y galerías subterráneas. Así pues, añadimos muy poca cantidad de colorante alimentario, imitando algún vertido con productos contaminantes, en la superficie y "esperamos" a que lloviese. Al extraer ahora agua a través de nuestro pozo los alumnos pudieron contemplar con asombro el color amarillo intenso del agua extraída. Con este efecto visual intentamos provocar el cambio conceptual, y eliminar el concepto erróneo de que las actividades que ocurren en la superficie terrestre no tienen ninguna repercusión sobre el subsuelo.

Al terminar la actividad les pedimos que vuelvan a realizar el dibujo que les pedimos al principio para que pudiesen hacer los cambios que crean oportunos o ampliar lo que deseen. Lo mismo con los grupos ELI -, tras darles como ya citamos, los mismos conceptos sobre aguas subterráneas (agotamiento, nivel freático, contaminación, importancia en Tenerife) que a los grupos ELI +.

Esto dibujos de antes y después nos servirán como resultados en nuestra investigación.

- Examen final. Por la falta de tiempo, nos quedaron únicamente cuatro sesiones como comentamos, por lo que los exámenes los tuvimos que realizar fuera del tiempo destinado a las prácticas en el centro. Este motivo fue el que nos obligó a cambiar el formato de examen que habíamos creado, pues era muy largo para el tiempo que disponíamos. Así diseñamos un examen tipo test consistente en 20 preguntas, y lo corregimos con los alumnos al término del mismo para solventar las dudas que les hubiesen surgido.

En la siguiente tabla **(Tabla 1)** mostramos las actividades realizadas con los grupos ELI + y ELI – en las distintas sesiones para ver las diferencias empleadas en uno u otro grupo:

	1ª SESIÓN	**2ª SESIÓN**	**3ªSESIÓN**	**4ªSESIÓN**
ELI +	Igual	Actividad meteorización ELI	Igual	Actividad pozos ELI
ELI -	Igual	Actividades meteorización libro de texto	Igual	Explicación teórica aguas subterráneas

Tabla 1. Actividades diferentes realizadas con los grupos ELI + y ELI -.

3.4 Evaluación.

Nuestra evaluación se dividió en dos partes:

- **Un 50% de la nota viene determinada por los siguientes aspectos:**
  A) La actitud, comportamiento y participación durante las clases (de 0 a 10). Aquí valoramos que hayan querido participar en todo lo propuesto, y en general así ha sido, únicamente algunos alumnos se han negado a realizar la fichas sobre la actividad de meteorización o el dibujo sobre aguas subterráneas y mantuvieron una actitud negativa en las clases.

B) La tarea de investigación en el exterior sobre meteorización (de 0 a 10).
Aquí valoramos la presentación, la ilustración, la calidad de la redacción, y que contuviese toda la información requerida (localización, causa del proceso y tipo de meteorización).

C) La tarea del modelado del relieve en Tenerife (de 0 a 10).
Se valoró si la imagen era propia, la presentación, la redacción, y la información requerida (agente/s causantes, proceso de formación, ubicación).

Cada apartado (A, B y C) valen la tercera parte de este 50%. Sumamos las tres notas y hallamos la media.

- **El otro 50% viene determinado por la nota del examen.**

  El examen (incluido en el Anexo 3) consta de 20 preguntas.

  18 de ellas son tipo test, donde hay 4 posibles respuestas en cada una y solamente 1 respuesta es la correcta. Y 2 preguntas de contestar verdadero o falso a unas afirmaciones.

  Cada pregunta tiene un valor de 0.5 puntos. Y por cada 3 respuestas incorrectas se resta 0.5 puntos.

  El examen tiene 3 preguntas dedicadas a la meteorización y otras 3 a las aguas subterráneas, intentamos así extraer datos comparativos que nos ayuden en nuestro trabajo.

La nota final viene dada por la siguiente relación:

- La nota media de participación, tarea meteorización y tarea de modelado (A, B y C) vale el 50%.
- La nota del examen vale el otro 50%.

Los datos con las notas de todos los apartados de la evaluación de todos los grupos están incluidos en el Anexo 4**.**

18 de ellas son tipo test, donde hay 4 posibles respuestas en cada una y solamente 1 respuesta es la correcta.

En la **Tabla 2** tenemos las calificaciones de uno de los grupos (el B) como ejemplo. Las calificaciones de todos los grupos están recogidas en el Anexo 4.

De esta evaluación obtenemos los resultados para nuestro trabajo. Analizaremos diferentes aspectos donde podamos comparar los grupos con los que hemos trabajado

las actividades ELI y los que no. Una categoría serán las preguntas test dedicadas a meteorización y aguas subterráneas, otra será la tarea de investigación sobre meteorización en el entorno; haremos también una comparativa sobre el porcentaje de alumnos que mejoraron el dibujo de aguas subterráneas tras la explicación teórica y tras la actividad ELI. Y a modo general compararemos los porcentajes de suspensos y aprobados en uno u otro grupo y las notas medias.

Tabla 2. Calificaciones del Grupo B correspondientes a los Temas 9 y 10 de la asignatura Biología y Geología. Colegio Echeyde, Mayo 2018.

	ALUMNO	A	B	C	MEDIA A+B+C	D	NOTA FINAL
1		10	6	6	7,33	9,5	**NOTABLE (8,4)**
2		10	6	7	7,66	7,5	**NOTABLE (7,6)**
3		10	7	7	8	9,5	**NOTABLE (8,75)**
4		10	-	-	3,33	3	**SUSPENSO (3,2)**
5		7,5 **(*)**	5	5	5,83	6,5	**APROBADO (6,2)**
6		10	4	4	6	4	**APROBADO (5)**
7		10	8,5	9	9,16	9,5	**SOBRESALIENTE (9,3)**
8		10	-	-	3,33	8,75	**APROBADO (6)**
9		10	7	7	8	5	**APROBADO (6,5)**
10		10	9,5	9,5	9,66	10	**SOBRESALIENTE (9,8)**
11		10	8,5	7,5	8,66	10	**SOBRESALIENTE (9,3)**
12		10	8	9	9	10	**SOBRESALIENTE (9,5)**
13		10	7	5	7,33	9,5	**NOTABLE (8,4)**
14		7,5 **(*)**	8	9,5	8,33	9	**NOTABLE (8,7)**
15		10	7,5	5	7,5	5,5	**APROBADO (6,5)**
16		10	7,5	7,5	8,33	8	**NOTABLE (8,2)**
17		10	9	8	9	10	**SOBRESALIENTE (9,5)**
18		10	5	5	6,66	5	**APROBADO (5,8)**
19		7,5 **(*)**	9	9	8,5	9	**NOTABLE (8,75)**
20		10	-	-	3,33	**NP**	**SUSPENSO (1,7)**
21		10	5	6	7	9,5	**NOTABLE (8,25)**
22		10	-	6,5	5,5	9	**NOTABLE (7,25)**
23		10	-	7	5,66	5,5	**APROBADO (5,6)**
24		10	8	8	8,66	8,5	**NOTABLE (8,6)**
25		10	9	8,5	9,16	8,5	**NOTABLE (8,8)**
26		10	8	7	8,33	9	**NOTABLE (8,7)**
27		10	6,5	6,5	7,66	9	**NOTABLE (8,3)**
28		10	6,5	6,5	7,66	7,25	**NOTABLE (7,5)**

(*): Alumnos que les falta el dibujo de aguas subterráneas.
NP: No presentado.

A: Actitud, comportamiento y participación en las actividades realizadas tanto en el aula como en el laboratorio (dibujo sobre aguas subterráneas, ficha sobre meteorización). De 0 a 10.
B: Tarea sobre meteorización, investigación en el exterior. De 0 a 10.
C: Tarea sobre modelado del relieve en las Islas Canarias. De 0 a 10.
D: Examen contenidos Temas 9 y 10. De 0 a 10.

4 RESULTADOS.

Como ya hemos comentado son varios los apartados a analizar, iremos de los más concretos a los generales.

4.1 Tareas realizadas.

En la **Tabla 3** se muestra la nota media de ambas tareas y el porcentaje de participación en las mismas de los grupos ELI + y ELI -. Observamos que las notas medias de las tareas son muy similares en los dos grupos. La nota media de los grupos ELI –, es ligeramente superior a los ELI +, pero el dato de participación es casi la mitad en uno que en otro.

Por los tanto, no se pueden extraer muchas conclusiones, simplemente vemos que la participación en las tareas del grupo ELI – es muy inferior.

En el Anexo 5 hemos incluido algunos ejemplos de las tareas realizadas por los alumnos, tanto de meteorización como de modelado del relieve. Y las notas de todas las tareas están en el Anexo 4 (calificaciones).

		TAREA METEORIZACIÓN	TAREA MODELADO DEL RELIEVE
ELI +	NOTA MEDIA	7,49	7,54
	PARTICIPACIÓN	84,6% (44/52)	92,3% (48/52)
ELI -	NOTA MEDIA	7,92	8
	PARTICIPACIÓN	48% (24/50)	48% (24/50)

Tabla 3. Nota media y participación en las tareas de meteorización y modelado del relieve de los grupos ELI + (3ºA y 3ºB) y ELI – (3ºC y 3ºD).

4.2 Preguntas del examen relacionadas con las actividades ELI realizadas.

El examen test estaba compuesto por 20 preguntas (Anexo 3), de las cuales 6 estaban relacionadas con los temas de las actividades ELI propuestas por nosotros. 3 sobre meteorización y 3 sobre aguas subterráneas. De esta forma queremos conocer si

encontramos mayor número de respuestas acertadas en estas preguntas, en ELI +, ELI- o si tienen la misma tendencia.

En primer lugar, analizaremos por separado las 3 preguntas de meteorización, a continuación, las dedicadas a aguas subterráneas y por último analizaremos el global de las 6 preguntas en ambos grupos.

4.2.1 Preguntas sobre meteorización.

En la **Figura 7** podemos ver las tres preguntas del examen relacionadas. Una vez corregido el examen analizamos alumno por alumno cuantas de estas preguntas habían acertado.

5) Cuál de las siguientes respuestas NO es un tipo de meteorización:
a) Física o mecánica.
b) Química.
c) Eléctrica.
d) Biológica.

6) Como resultado de la meteorización se producen unos fragmentos de rocas llamados clastos, que se acumulan al pie de las rocas formando un:
a) Sedimento
b) Detrito o regolito.
c) Meteorito.
d) Barranco.

7) Cuál de los siguientes casos es un ejemplo de meteorización química:
a) Rocas fracturadas por acción del hielo.
b) Líquenes que colonizan la calcita que forma la roca.
c) La superficie de una colada expuesta a la meteorización, ha provocado la oxidación de los minerales ricos en hierro.
d) Repetición del ciclo de fusión y congelamiento del agua en las fracturas de una roca caliza.

Figura 7. Preguntas del examen relacionadas con la meteorización.

En la **Tabla 4** analizamos el porcentaje de alumnos ELI+ y ELI- que aciertan 3, 2, 1 o ninguna de las preguntas relacionadas con meteorización en el examen. Aquí podemos destacar que el grupo ELI – tiene un 11,5% de alumnos que solamente aciertan 1 o ninguna pregunta, mientras que la proporción en este aspecto de ELI + es del 5,9%, casi la mitad.

PREGUNTAS METEORIZACIÓN

	0/3	1/3	2/3	3/3
ELI +	2% (1/51)	3,9% (2/51)	31,4% (16/51)	62,7% (32/51)
ELI -	0% (0/43)	11,5% (5/43)	31,5% (13/43)	57% (25/43)

Tabla 4. Porcentaje de alumnos (ELI + o ELI -) que han acertado 0, 1, 2 o las 3 preguntas.

4.2.2 Preguntas sobre aguas subterráneas.

A continuación, mostramos en la **Figura 8** las preguntas correspondientes a esta categoría.

16) Cuál de las siguientes afirmaciones sobre las aguas subterráneas es FALSA:
a) El uso de pesticidas en la agricultura puede contaminar las aguas subterráneas.
b) Las actividades realizadas en la superficie no tienen repercusión en las aguas subterráneas.
c) Actividades industriales, ganaderas o mineras realizadas de forma inadecuada podrían producir contaminación en los acuíferos.
d) Un acuífero cercano a la costa puede invadirse por agua de mar e inutilizarse por su salinización.

17) La mayoría del agua que se consume en Tenerife actualmente procede de:
a) El mar.
b) Ríos y lagos.
c) Otras islas.
d) Galerías y pozos de aguas subterráneas.

18) El nivel más alto que alcanza el agua subterránea se denomina:
a) Nivel de base.
b) Nivel freático.
c) Canal de desagüe.
d) Manantial.

Figura 8. Preguntas del examen relacionadas con los contenidos de aguas subterráneas.

Realizamos el mismo proceder que con las preguntas de meteorización, y lo plasmamos en la **Tabla 5**, igual que hicimos en el apartado anterior:

	0/3	1/3	2/3	3/3
ELI +	2% (1/51)	2% (1/51)	21,5% (11/51)	74,5% (38/51)
ELI -	7% (3/43)	20,9% (9/43)	48,8% (21/43)	23,3% (10/43)

Tabla 5. Porcentaje de alumnos (ELI + o ELI -) que han acertado 0, 1, 2 o las 3 preguntas.

En la **Tabla 5** podemos destacar los valores de los alumnos que han acertado 2 o las 3 preguntas: son un 96% en ELI +, por un 72,1% en ELI-. Mientras que en los alumnos que han acertado las 3 preguntas, la diferencia se dispara. Un 74,5% (ELI +) frente al 23,3% (ELI -).

4.2.3 Valoración conjunta.

Por último, analizaremos los datos correspondientes a las seis preguntas relacionadas con las dos actividades ELI. Analizaremos cuantas de las seis preguntas son acertadas por los alumnos de uno u otro grupo en una tabla similar a las anteriores (**Tabla 6**):

	1/6	2/6	3/6	4/6	5/6	6/6
ELI +	2% (1/51)	0% (0/51)	3,9% (2/51)	9,8% (5/51)	35,3% (18/51)	49% (25/51)
ELI -	0% (0/43)	14% (6/43)	9,3% (4/43)	25,6% (11/43)	30,2% (13/43)	20,9% (9/43)

Tabla 6. Porcentaje de acierto de cada grupo (ELI + o ELI -) respecto a las seis preguntas del test.

Podemos destacar que, el porcentaje de alumnos que solamente han acertado 1, 2 o 3 preguntas es del 5,9% para los grupos ELI +, mientras que el dato asciende a un 23,3% para los grupos ELI -. Otro dato relevante es el que nos proporciona el dato de acierto de las seis preguntas, un 49% de ELI + frente a un 20,9% de ELI -.

4.3 Dibujos de aguas subterráneas.

En este apartado analizaremos los dibujos que realizaron los alumnos sobre aguas subterráneas, antes y después de la explicación correspondiente. Para los alumnos de 3ºA y 3ºB consistió en la actividad propuesta por ELI, y para los otros grupos fue una explicación teórica. Intentamos valorar si el segundo dibujo se quedó practicante igual tras la explicación, introdujo mejoras conceptuales respecto al primero, o si se produjo una mejora muy relevante del mismo.

En el Anexo 6 se incluyen algunos ejemplos de dibujos de estas tres categorías, dibujos sin cambios relevantes tras la explicación, dibujos mejorados y dibujos muy mejorados.

A continuación, veremos un ejemplo de cada categoría para mostrar las características que nos sirvieron para poder clasificar así los dibujos.

Las **figuras 9 y 10** son un ejemplo de dibujos iguales, antes (9) y después (10) de la explicación, podemos observar que no ha habido variación alguna. **Las figuras 11** (antes) **y 12** (después) representan al grupo de dibujos mejorados, aquí podemos ver como se cambia la idea inicial de grandes bolsas de agua subterránea, por una idea más cercana a lo habitual donde se representan capas de rocas por donde se filtra el agua.

Figura 9.

Figura 10.

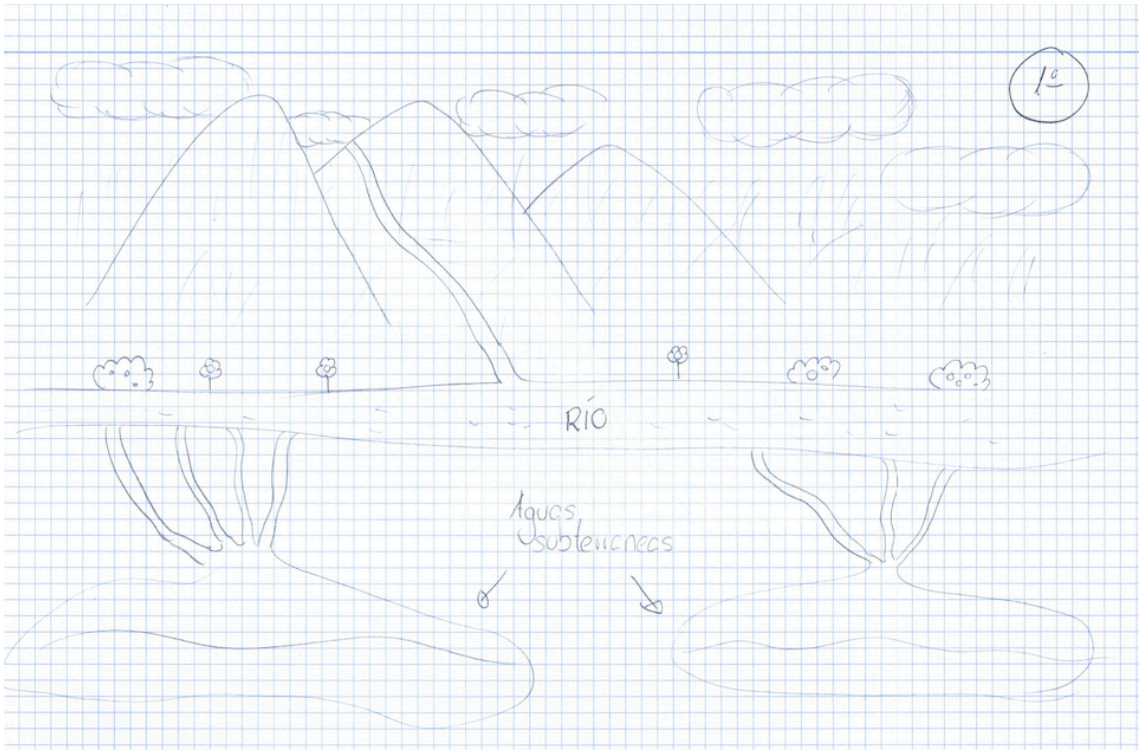


Figura 11.

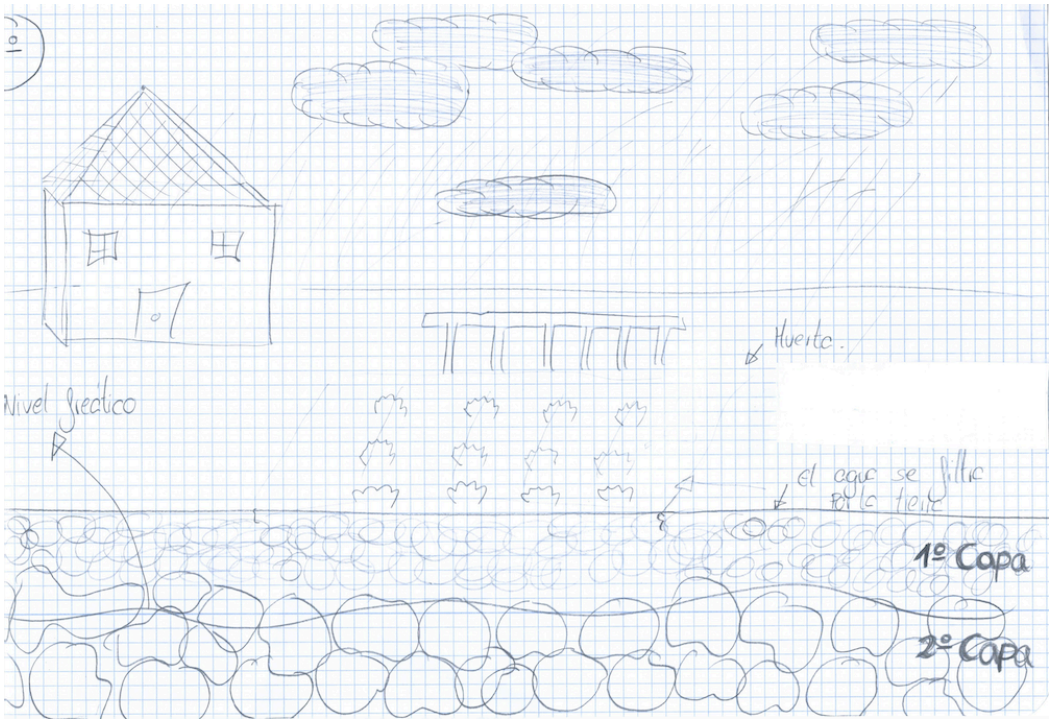


Figura 12.

Figura 13.

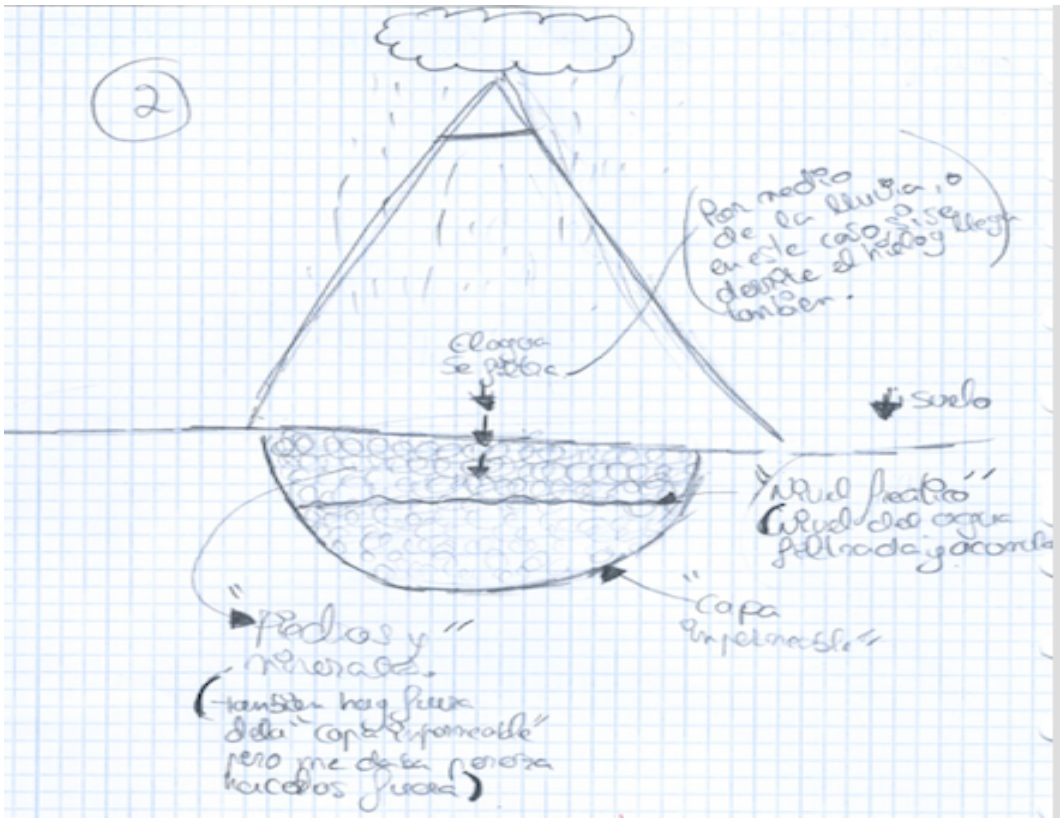


Figura 14.

Y en las **figuras 13 y 14** se evidencia la evolución de un primer dibujo (11) simple donde sólo se ilustra una gran bolsa de agua bajo una montaña, a un dibujo (12) más detallado donde se muestran conceptos como filtración, deshielo, capa impermeable, nivel freático, y se manifiesta la idea de que el agua está entre las rocas y minerales.

Tras analizar todos los dibujos de los alumnos, los clasificamos como dibujo igual, mejorado o muy mejorado, y confeccionamos la siguiente tabla con los resultados **(Tabla 7):**

	IGUAL	MEJORADO	MUY MEJORADO
ELI +	46,8% (22/47)	40,4% (19/47)	12,8% (6/47)
ELI -	78% (32/41)	22% (9/41)	0% (0/41)

Tabla 7. Categorías de los segundos dibujos realizados por los alumnos.

En esta última tabla podemos resaltar que ningún alumno del grupo ELI - realizó una mejora importante de su dibujo inicial (hemos de recordar que con estos grupos se realizó una explicación teórica entre la realización de los dos dibujos), mientras que tenemos un 12,8% de alumnos (ELI +) en esta categoría.

Otro aspecto a destacar es que un 22% de los alumnos ELI – mejoraron su dibujo inicial, mientras que en ELI + lo hicieron un 53,2%, casi el doble.

4.4 Examen.

Aunque el examen incluye contenidos que no hemos tratado de forma específica con actividades Earth Learning Idea, hemos decidido incluir los resultados de los mismos. Esta sería la nota media de cada grupo:

ELI +: 8,16

ELI -: 7;25

Vemos que existe casi un punto de diferencia entre uno y otro.

4.5 Calificaciones finales.

Para terminar, mostraremos los porcentajes de suspensos, aprobados, notables y sobresalientes de cada grupo y las notas medias correspondientes.

	SUSPENSOS	APROBADOS	NOTABLES	SOBRESALIENTES
ELI +	1,9%	19,6%	56,9%	21,6%
ELI -	16,2%	32,6%	32,6%	18,6%

Tabla 8. Porcentaje de notas según metodología.

En la **Tabla 8,** podemos observar que en el grupo ELI + tenemos un 1,9% de alumnos suspendidos y en ELI - un 16,2%. Una amplia diferencia.

Siendo las notas medias finales de 7,96 (ELI +) y 6,72 (ELI -).

5 CONCLUSIONES.

Resulta difícil extraer conclusiones definitivas a la vista de los resultados obtenidos. Las dificultades expuestas han complicado mucho este trabajo de innovación, en el que hubiésemos necesitado más tiempo y mejor planificación para poder haber desarrollado muchas más actividades del proyecto Earth Learning Idea y evaluarlas en mayor profundidad.

En cualquier caso, haremos alguna reflexión de los resultados obtenidos.

Respecto a la tarea sobre investigación de la meteorización en el exterior, vemos que las notas medias de los trabajos son muy similares en los dos grupos, pero sí apreciamos una participación muy baja en el grupo ELI -. Puede que, al hacer la actividad, viendo ejemplos, intentando cubrir la ficha propuesta, debatir en grupo cuáles eran las relaciones correctas, haya provocado mayor interés a la hora de realizar la tarea propuesta, por parte de los grupos ELI +, como así lo reflejan los datos de participación.

De las 6 preguntas del examen test relacionadas con nuestras dos actividades ELI, vemos que, alumnos que hayan acertado 5 o las 6, tenemos:
-Un 84,3% en ELI +.
-Un 51,1% en ELI -.

Esta diferencia puede ser motivada por la realización de nuestras actividades analógicas para estos temas concretos.

Con los dibujos sobre aguas subterráneas intentamos demostrar como el uso de las actividades analógicas puede provocar el cambio conceptual de esas ideas previas erróneas. Así un 53,2% de los alumnos ELI + hicieron un dibujo con un nuevo concepto más cercano a la realidad sobre las aguas subterráneas. Mientras que en el grupo ELI – este dato se queda en un 22%. Por lo tanto, creemos que la actividad realizada es muy positiva de cara a la construcción del conocimiento en este aspecto, y a evitar futuros conceptos erróneos.

De la prueba del examen test es difícil sacar conclusiones al respecto ya que solamente 6 de las 20 preguntas estaban relacionadas con las actividades ELI realizadas, pero si analizamos los datos vemos que los resultados son ligeramente mejores en grupos ELI +, un 8,16 por un 7,25 de los otros grupos.

Y, por último, nos quedan los porcentajes de aprobados y suspensos, la nota media final. El 16,2% de suspensos del grupo ELI - contrasta con el 1,9% del otro grupo. Si bien es cierto que, en los grupos ELI – hay una gran diferencia entre ellos, ya que 3ºC tiene un 33% de suspensos frente al 4% de 3ºD (todas las calificaciones de cada uno de los cuatro grupos se encuentran en el Anexo 4). Esto evita que podamos extraer conclusiones de nuestra innovación, ya que existe un enorme desequilibrio entre los dos grupos que conforman ELI -.

En definitiva, nos es complicado afirmar tras nuestra experiencia que hayamos tenido mejores resultados en el modelo ELI + debido al uso de recursos analógicos, ya que como hemos comentado a lo largo de este trabajo, necesitaríamos mucho más tiempo para desarrollar un número de actividades analógicas suficientes, que abarquen un volumen de contenidos tal, que nos permita evaluar de una forma apropiada y sacar así las conclusiones que nos proponíamos al inicio.

No obstante, creemos que el uso de recursos analógicos en la enseñanza y aprendizaje de la Geología es algo fundamental y necesario para que los alumnos obtengan un aprendizaje significativo en esta materia.

6 PROPUESTA DE MEJORA.

Son varios los aspectos a mejorar:

A) Realizar mayor número de actividades analógicas. Que sirvieran para englobar todos los contenidos del criterio de evaluación, para poder sacar conclusiones de la evaluación de los alumnos.

B) Trabajar esta metodología con alumnos de todos los cursos de la ESO y Bachillerato, y no solamente con 3º de la ESO. Así podremos valorar el uso de estos recursos analógicos en varios cursos y comparar su utilidad.

C) Poder desarrollar una evaluación más completa a los alumnos. Desde un examen completo donde podamos valorar en profundidad si han asimilado mejor los contenidos en los grupos donde se trabajan los recursos analógicos, más volumen de tareas y trabajos tanto individuales como en grupo, hasta encuestas o cuestionarios donde podamos ver el grado de satisfacción de los alumnos de una u otra metodología.

En definitiva, todos los aspectos a mejorar tienen un denominador común, la falta de tiempo. Por eso la propuesta de mejora es la ampliación en el tiempo de esta investigación donde podamos planificar nuestras actividades con alumnos de diferentes cursos, trabajar la mayor cantidad posible de contenidos a través de nuestras actividades analógicas y dispongamos del tiempo necesario para poder evaluarlas en condiciones de obtener el volumen de datos necesarios para extraer conclusiones buen fundamentadas.

7 REFERENCIAS.

Adey, P., Shayer, M., y Yates, C. (2001). *Thinking Science (3rd edition)*. London: Nelson Thornes.

Álvarez, R. y García de la Torre, E. (1996). Los modelos analógicos en geología: implicaciones didácticas. Ejemplos relacionados con el origen de materiales terrestres. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. (4.2), 133-139.*

Berlanas, C. (2014). Estudio sobre las ideas previas de ciencias en el alumnado de secundaria y actitud de los docentes frente a ellas. Recuperado de https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/2954/Carmen_Berlanas_Vicente.pdf

Brusi, D. (2011). Un planeta interdependiente y complejo. Interacciones entre los subsistemas terrestres. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales, nº 67, 28-36.*

Brusi, D., y Roqué, C. (1998). Los riesgos geológicos. Algunas consideraciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 6 (2), 127-137.*

Ejarque, A., Bravo, B., y Mazas, B. (2016). Diseño e implementación de una actividad de modelización de geología: ¿realmente la corteza es tan gruesa y los volcanes tan profundos?. *Revista Internacional de Investigación e Innovación en Didáctica de las Humanidades y Las Ciencias nº3, 9-32.*

Gil, D., Macedo, B., Martínez, J., Sifredo, C., Vádés, P., y Vilches, A. (2005). ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Recuperado de http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001390/139003s.pdf

Gobierno de Canarias. (2016). Decreto 83/2016. Recuperado de http://www.gobiernodecanarias.org/educación/web/secundaria/información/ordenación-currículos-lomce.html

King, C., Kennett, P. y Devon, E. (2007). Earthlearningidea for the International Year of Planet Earth. *Science Education International, 18, 209-216.*

King, C., Kennett, P., Devon, E., y Sellés, J. (2009). Earthlearningidea: nuevos recursos para la enseñanza de las Ciencias de la Tierra en todo el mundo. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. (17.1), 2-15.*

Morón, H., Morón, M.C., Wamba, A.M., y Jiménez R. (2002). Una propuesta metodológica para la enseñanza de la Biología y Geología en la Educación Secundaria. *Revista de Educación en Biología, vol.15, nº2, pp.58-68.*

Morón, H., Morón, M.C., y Wamba, A.M. (2013). Como secuenciar los contenidos para la biología y geología de 4º curso de la ESO. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales num.74, pp. 100-107.*

Pedrinaci, E. (2002). Los conocimientos geológicos en la ESO: un análisis del nuevo currículo. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales num. 33, pp. 49-58.*

Pedrinaci, E. (2007). ¿Una nueva geología para la ESO? *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales, nº 53, 95-105.*

Pedrinaci, E. (2012). Alfabetización en Ciencias de la Tierra, una propuesta necesaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. (20.2), 133-140.*

Pedrinaci, E. (2013). ¿Qué Geología deberíamos enseñar en la Educación Secundaria? *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, vol 21, nº2, pags. 114-116.*

Pedrinaci, E. (2014). La Geología en la Educación Secundaria: Situación Actual y perspectivas. *Macla: Revista de la Sociedad Española de Mineralogía, nº 14, 32-37.* Recuperado de http://www.ehu.eus/sem/macla_pdf/macla14/Macla14_032.pdf

8 ANEXOS.

Anexo 1. Criterios de evaluación del currículum de la ESO en la Comunidad Autónoma de Canarias relacionados con Geología.

Anexo 1a. Curso 1º de la ESO.

Curso 1.º Educación Secundaria Obligatoria

Criterio de evaluación **1. Planificar y realizar de manera individual o colaborativa pequeños proyectos de investigación relacionados con el medio natural canario aplicando las destrezas y habilidades propias del trabajo científico, a partir del análisis e interpretación de información previamente seleccionada de distintas fuentes así como de la obtenida en el trabajo experimental de laboratorio o de campo, con la finalidad de presentar y defender los resultados, utilizando el vocabulario científico y mostrando actitudes de participación y de respeto en el trabajo en equipo.** Con este criterio se pretende evaluar si el alumnado es capaz de consultar fuentes de información variadas (libros, periódicos, revistas, páginas web…), discriminar y decidir sobre ellas y sobre los métodos empleados para su obtención, así como de seleccionar y organizar la información de carácter científico contenida. Asimismo se verificará si diseña pequeños trabajos de investigación o experimentación sobre problemas relacionados con el medio natural canario, de manera individual o en grupo, aplicando las destrezas propias del trabajo científico en la elaboración de hipótesis, la utilización del material básico de laboratorio y de campo, el respeto a las normas de seguridad, la explicación del proceso seguido, la descripción de sus observaciones y la interpretación de los resultados. También se quiere comprobar si comunica las conclusiones de su investigación mediante exposiciones verbales, escritas o visuales en diversos soportes, apoyándose de las tecnologías y empleando el vocabulario científico adecuado. Finalmente se valorará si el alumnado muestra actitudes de respeto en el trabajo colaborativo y hacia el trabajo individual de las demás personas, acepta responsabilidades, sigue las fases del proceso y persevera en la tarea, valorando las contribuciones del resto del grupo en los procesos de revisión y mejora.		**COMPETENCIAS: CL, CMCT, CD, SIEE**	**BLOQUES DE APRENDIZAJE I y VII: HABILIDADES, DESTREZAS Y ESTRATEGIAS. METODOLOGÍA CIENTÍFICA. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**
Estándares de aprendizaje evaluables relacionados 1, 2, 3, 4, 5, 6, 97, 98, 99, 100, 101, 102.	**Contenidos** 1. Aproximación al trabajo experimental de laboratorio y de campo. 2. Uso del vocabulario científico para expresarse con precisión y comunicar y defender las conclusiones de sus investigaciones. 3. Manejo de la lupa binocular y el microscopio óptico y adquisición de hábitos de trabajo en el laboratorio que permitan la realización de tareas con orden y seguridad. 4. Utilización de las tecnologías de la información y la comunicación para la búsqueda, selección e interpretación de información de carácter científico, y la presentación de conclusiones. 5. Planificación y realización de pequeños proyectos de investigación en equipo relacionados con el medio natural canario, con asunción de responsabilidades y participación en procesos de revisión y mejora. 6. Empleo de estrategias para el fomento de la cohesión del grupo y del trabajo cooperativo para la consecución de objetivos (toma de decisiones, aceptación de responsabilidades, establecimiento de metas, perseverancia, asunción de errores…).		

Criterio de evaluación **2. Identificar las ideas principales sobre el origen y evolución del Universo y contrastar algunas de las concepciones que sobre el mismo se han tenido a lo largo de la historia. Exponer la organización del Sistema Solar comparando la posición de los planetas con sus características y seleccionar aquellas que posibilitaron el desarrollo de la vida en la Tierra, así como establecer la relación entre los movimientos relativos de la Tierra, la Luna y el Sol y algunos fenómenos naturales con el apoyo de modelos, con el fin de reconocer la importancia de los estudios astronómicos para el conocimiento del Universo.** A través de este criterio se quiere comprobar si el alumnado, en un contexto de colaboración, maneja o elabora modelos gráficos sencillos físicos o digitales (planetario, representaciones a escala, simulaciones, etc.) como soporte para contrastar las teorías que han ilustrado la organización del Universo a lo largo de la historia (geocentrismo, heliocentrismo y modelos actuales), explicar la organización del Sistema Solar, identificar la posición de la Tierra en el mismo y describir las características que posibilitaron el desarrollo de la vida en el planeta e interpretar algunos fenómenos naturales (los años, el día y la noche, las estaciones, las mareas, las fases lunares o los eclipses) relacionados con el movimiento y posición de los astros. Asimismo se verificará si el alumnado argumenta la importancia de los estudios realizados en los observatorios astronómicos de Canarias para el conocimiento del Universo y las condiciones naturales que ofrece el archipiélago por su ubicación, a partir de visitas reales o virtuales, valorando la necesidad de preservar el cielo de contaminación ambiental y lumínica.		**COMPETENCIAS: CL, CMCT, CEC**	**BLOQUE DE APRENDIZAJE II: LA TIERRA EN EL UNIVERSO**
Estándares de aprendizaje evaluables relacionados 7, 8, 9, 10, 11, 12, 27.	**Contenidos** 1. Identificación de las principales ideas sobre el origen del Universo y la formación y evolución de las galaxias. 2. Exposición sobre la organización del Sistema Solar y su concepción a lo largo de la Historia. 3. Localización de la posición de la Tierra en el Sistema Solar. 4. Interpretación de los fenómenos principales debidos a los movimientos de la Tierra, la Luna y el Sol relacionándolos con el día y la noche las fases lunares, las estaciones, las mareas y los eclipses. 5. Descripción de las características que hicieron de la Tierra un planeta habitable. 6. Elaboración de modelos gráficos sencillos como apoyo y soporte a las explicaciones 7. Análisis y valoración de las condiciones naturales del cielo en Canarias para la observación astronómica.		

Bloque de aprendizaje II: La Tierra en el universo

Competencias: CL, CMCT, CD, CSC

Criterio de evaluación

3. Adquirir una idea global acerca de la estructura interna de la Tierra y de la distribución de los materiales terrestres según su densidad, describir las propiedades y características de minerales y rocas, así como de sus aplicaciones cotidianas más frecuentes, mediante la indagación en diversas fuentes, con la finalidad de valorar el uso responsable y sostenible de los recursos minerales.

Con este criterio se pretende comprobar si el alumnado es capaz de construir una concepción de la estructura de la Tierra en grandes capas en función de la densidad de los materiales más frecuentes en el planeta, describiendo las características generales de la corteza, el manto y el núcleo terrestre. Asimismo se quiere constatar si identifica, a partir de la observación de una serie de propiedades (dureza, brillo, color, densidad, color de la raya…), los minerales petrogenéticos fundamentales y las rocas (composición mineralógica, textura…) que conforman el relieve de su entorno o de otras zonas, utilizando claves dicotómicas sencillas, guías, etc. También se pretende evaluar si el alumnado trata la información procedente de distintas fuentes y analiza los usos y aplicaciones más frecuentes de los minerales y las rocas (materiales de construcción, rocas ornamentales, combustibles fósiles, etc.) para argumentar con el apoyo de distintos tipos de producciones (preparación de exposiciones de minerales y rocas de interés, elaboración de informes sobre la extracción de minerales escasos…) en soportes físico o digital, la importancia del uso responsable de los recursos minerales tanto por su carácter de recursos no renovables como por los perjuicios que genera su explotación.

Estándares de aprendizaje evaluables relacionados	**Contenidos**
13, 14, 15, 16, 17.	1. Interpretación de la estructura interna de la Tierra, justificación de la distribución de los materiales más frecuentes en grandes capas y descripción de las características generales de la corteza, el manto y el núcleo. 2. Uso de claves dicotómicas y de la observación para la diferenciación e identificación de los minerales y rocas más abundantes. 3. Indagación acerca de las características y propiedades de las rocas y minerales más abundantes en el entorno próximo y sus aplicaciones más frecuentes en el ámbito de la vida cotidiana. 4. Reconocimiento de la importancia del uso responsable y la gestión sostenible de los recursos minerales.

Bloque de aprendizaje II: La Tierra en el universo

Competencias: CL, CMCT, CSC, SIEE

Criterio de evaluación

4. Analizar, a partir de la información obtenida de diversas fuentes, la composición y estructura de la atmósfera, así como su papel protector y determinar, mediante pequeñas investigaciones, las repercusiones que las actividades humanas y la interacción con los fenómenos naturales tienen sobre la función protectora de la atmósfera con el fin de desarrollar y divulgar actitudes favorables a la conservación del medio ambiente.

Con este criterio se pretende comprobar si el alumnado es capaz de interpretar los resultados de experimentos sencillos que demuestren la existencia del aire y algunas de sus propiedades. Asimismo se quiere valorar si analiza, utilizando simulaciones multimedia, documentos textuales, gráficos, etc. la composición y estructura en capas de la atmósfera y selecciona las propiedades que hacen de ella una capa protectora para el desarrollo de la vida (ionosfera, capa de ozono, efecto invernadero…), y si reconoce aquellas situaciones en que las actividades humanas o los fenómenos naturales alteran esta función (contaminación, incendios, erupciones volcánicas…). También se pretende verificar si el alumnado realiza pequeñas investigaciones acerca de los principales contaminantes atmosféricos (especialmente en Canarias) su clasificación en función de su origen y los desequilibrios que provocan, tales como el cambio climático o el adelgazamiento de la capa de ozono. Finalmente se verificará que las alumnas y los alumnos comunican las conclusiones de su investigación a través de acciones divulgativas (conferencias, folletos, publicidad, informes, artículos, etc.) con la finalidad de fomentar en la comunidad el desarrollo de acciones y la adopción de hábitos que contribuyan a solucionar o paliar la contaminación atmosférica.

Estándares de aprendizaje evaluables relacionados	**Contenidos**
18, 19, 20, 21, 22.	1. Análisis de la estructura y composición de la atmósfera. Propiedades del aire. 2. Búsqueda, selección y tratamiento de información sobre el papel protector de la atmósfera (ionosfera, capa de ozono y efecto invernadero) y sobre su importancia para los seres vivos. 3. Clasificación de los principales contaminantes atmosféricos en función de su origen. 4. Investigación sobre los problemas de la contaminación y sus repercusiones (el "agujero" de la capa de ozono y el cambio climático). 5. Análisis de la relación entre la contaminación en general, y la acción humana en particular, y el deterioro del medio ambiente. 6. Elaboración y divulgación de propuestas de acciones y hábitos que contribuyan a disminuir la contaminación atmosférica.

Criterio de evaluación **5. Explicar, a partir del análisis de las propiedades del agua, su importancia para la existencia de la vida en la Tierra, su distribución y circulación en el planeta y el uso que se hace de ella, argumentando la importancia de las consecuencias de la actividad humana sobre este recurso, con el fin de proponer acciones personales y colectivas que potencien su gestión sostenible.** Con este criterio se pretende evaluar si el alumnado es capaz de comprobar, mediante estudios experimentales, las propiedades del agua (punto de fusión y ebullición, variación de la densidad con la temperatura, acción disolvente, etc.) y de relacionarlas con el mantenimiento de la vida en la Tierra. Asimismo, se trata de comprobar si interpreta y elabora esquemas o gráficos sencillos en varios soportes acerca de la distribución del agua en el planeta, y sobre el ciclo del agua y lo relaciona con los cambios de estado que ocurren en él. Finalmente se pretende valorar si realiza distintas producciones (decálogos, trípticos, campañas publicitarias, notas de prensa…) con el fin de divulgar acciones concretas que potencien la reducción en el consumo y la reutilización del agua en su comunidad, todo ello a partir del análisis de las formas de captación de agua que se utilizan en Canarias y de los problemas de contaminación en las aguas dulces y saladas.		**COMPETENCIAS: CL, CMCT, CSC, SIEE**	**BLOQUE DE APRENDIZAJE II: LA TIERRA EN EL UNIVERSO**
Estándares de aprendizaje evaluables relacionados 23, 24, 25, 26.	**Contenidos** 1. Estudio experimental de algunas propiedades del agua para inferir su relación con la existencia de vida en la Tierra. 2. Interpretación del ciclo del agua y de la distribución del agua en el planeta. 3. Análisis de los usos del agua dulce y salada, de la obtención del agua en Canarias y de su relación con los tipos de contaminación. 4. Elaboración de estrategias para un consumo de agua responsable y divulgación de medidas para su gestión sostenible.		

Anexo 1b. 3º de la ESO.

Curso 3.º Educación Secundaria Obligatoria

Criterio de evaluación **1. Planificar y realizar de manera individual o colaborativa proyectos de investigación relacionados con la salud o el medio natural aplicando las destrezas y habilidades propias del trabajo científico, a partir del análisis e interpretación de información previamente seleccionada de distintas fuentes así como de la obtenida en el trabajo experimental de laboratorio o de campo, con la finalidad de formarse una opinión propia, argumentarla y comunicarla utilizando el vocabulario científico y mostrando actitudes de participación y de respeto en el trabajo en equipo.** Con este criterio se pretende evaluar si el alumnado diseña y realiza pequeños proyectos de investigación individual o de equipo relacionados con el área, (medio natural canario o salud humana) que supongan la búsqueda, obtención y organización de información de carácter científico a partir de la utilización de fuentes variadas (libros, periódicos, revistas, páginas web…), discriminando las más idóneas, o la realización autónoma de trabajo experimental de laboratorio o de campo. Se verificará que aplica las destrezas propias del trabajo científico cuando elabora hipótesis justificadas, utiliza el material básico de laboratorio y de campo, respeta las normas de seguridad en el laboratorio, argumenta el proceso seguido, describe sus observaciones e interpreta los resultados, para comunicar con coherencia las conclusiones de su investigación mediante exposiciones orales, escritas o visuales en diversos soportes, apoyándose en el uso de las tecnologías y empleando adecuadamente el vocabulario científico. Finalmente mediante este criterio se quiere comprobar que el alumnado muestra actitudes de respeto en el trabajo colaborativo y en el trabajo individual de las demás personas, acepta o asume responsabilidades, establece metas y persevera para alcanzarlas, valorando las contribuciones del resto del grupo en los procesos de coevaluación.		**COMPETENCIAS: CMCT, CD, AA, SIEE**	**BLOQUE DE APRENDIZAJE I Y VII: HABILIDADES, DESTREZAS Y ESTRATEGIAS. METODOLOGÍA CIENTÍFICA. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**
Estándares de aprendizaje evaluables relacionados 1, 2, 3, 4, 5, 6, 97, 98, 99, 100, 101, 102.	**Contenidos** 1. Aplicación de las destrezas y habilidades propias de los métodos de la ciencia. 2. Uso del vocabulario científico para expresarse con precisión y argumentar sobre problemas relacionados con el medio natural y la salud. 3. Planificación y realización autónoma de trabajo experimental de laboratorio o de campo. 4. Desarrollo de actitudes de respeto hacia instrumentos, materiales y normas de seguridad en el laboratorio. 5. Obtención de información a partir de la selección y recogida de muestras del medio natural. Manejo de la lupa binocular y el microscopio óptico. 6. Utilización de las tecnologías de la información y la comunicación para la búsqueda, selección e interpretación de información de carácter científico, y la presentación de conclusiones. 7. Empleo de estrategias para el fomento de la cohesión de grupos cooperativos y la consecución de objetivos (toma de decisiones, asunción de responsabilidades, definición de metas, perseverancia...). 8. Diseño, realización y defensa de proyectos de investigación, con asunción de la crítica, aceptación de sugerencias y participación en procesos de coevaluación.		

Criterio de evaluación

8. Describir y analizar las acciones de los agentes geológicos externos y su influencia en los distintos tipos de relieve terrestre, diferenciándolos de los procesos geológicos internos, e indagar los factores que condicionan el modelado del entorno próximo, a partir de investigaciones de campo o en fuentes variadas, para identificar las huellas geológicas, de los seres vivos y de la actividad humana en el paisaje, con la finalidad de construir una visión dinámica del relieve, así como de apreciar el paisaje natural y contribuir a su conservación y mejora.

Con este criterio se pretende comprobar si el alumnado es capaz de realizar investigaciones que supongan la observación del entorno próximo o la utilización de imágenes (mapas, dibujos, fotografías, vídeos, animaciones…) completada con información científica y divulgativa recogida de fuentes diversas, a través de la cual relaciona la energía solar y la gravedad con la existencia de procesos geológicos externos y analiza la actividad de meteorización, erosión, transporte y sedimentación producida por las aguas superficiales, por la dinámica marina en el litoral, por los glaciares, por el viento y por los seres vivos, y la influencia de otros factores como el clima, el tipo de roca, su estructura, etc., para explicar sus efectos sobre el relieve y algunas formas resultantes características, en particular las más representativas del entorno (barrancos, volcanes, dorsales, mesas, playas, dunas…), así como la acumulación, circulación y explotación de las aguas subterráneas, especialmente en Canarias (pozos y galerías). Asimismo, se pretende evaluar si el alumnado asocia la actividad humana con la transformación de la superficie terrestre y valora la necesidad de una correcta planificación del uso del territorio en casos determinados como cauces de barrancos, bordes de acantilados y otros lugares que constituyen zonas potenciales de riesgo, elaborando distintas producciones (informes, decálogos, carteles informativos, exposiciones orales…) en las que, de forma individual o en grupo, proponga medidas para prevenir posibles catástrofes derivadas de la evolución del relieve, así como para la conservación y mejora del paisaje natural canario.

Estándares de aprendizaje evaluables relacionados	**Contenidos**
76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86.	1. Interpretación del entorno próximo y de imágenes para identificar los cambios en el relieve y paisaje de la Tierra. El modelado del relieve. 2. Análisis de los procesos de meteorización, erosión, transporte y sedimentación y establecimiento de las relaciones con los agentes geológicos externos (agua, viento, glaciares, seres vivos, etc.) sus efectos sobre el relieve y las formas resultantes. 3. Utilización de las tecnologías de la información y la comunicación para la búsqueda, selección, organización y presentación de información. 4. Valoración de la importancia de las aguas subterráneas, su circulación y explotación en Canarias. 5. Análisis de la acción geológica del ser humano y propuesta de acciones y medidas para contribuir a la conservación y mejora del medioambiente y evaluar los riesgos derivados de la acción humana.

COMPETENCIAS: CL; CMCT, AA, CSC

BLOQUE DE APRENDIZAJE V: EL RELIEVE TERRESTRE Y SU EVOLUCIÓN

Criterio de evaluación

9. Reconocer sobre la superficie terrestre los cambios que genera la energía interna del planeta, diferenciándolos de aquellos originados por agentes externos, analizar la actividad magmática, sísmica y volcánica como manifestación de la dinámica interna de la Tierra, justificando su distribución geográfica con la finalidad de valorar el riesgo sísmico y volcánico en ciertos puntos del planeta y proponer acciones preventivas.

Con este criterio se pretende comprobar si el alumnado es capaz de manejar modelos dinámicos del interior terrestre o de realizar representaciones diversas de la estructura interna del planeta (maquetas 3D, murales, *collage*, etc.) en soporte físico o digital, como modelo para justificar la existencia de zonas de mayor actividad sísmica y volcánica, explicando cómo se producen los seísmos y qué efectos generan y relacionando los tipos de erupciones volcánicas con los magmas que los originan. Asimismo se verificará si el alumnado analiza el origen de las islas Canarias y el riesgo tanto sísmico como volcánico en el archipiélago, así como el de otras regiones, a partir de información procedente de fuentes variadas y comunica sus conclusiones oralmente o por escrito, describiendo algunas técnicas de predicción y proponiendo algunas medidas de prevención de riesgos para la población.

Estándares de aprendizaje evaluables relacionados	**Contenidos**
87, 88, 89, 90, 91.	1. Relación entre la energía interna, los modelos del interior terrestre (geoquímico y geofísico) y los límites de las principales placas tectónicas. 2. Discriminación entre las manifestaciones de la energía interna (magmatismo, volcanismo y movimientos sísmicos) y los procesos externos. 3. Relación entre la actividad sísmica y su distribución planetaria. 4. Análisis de la actividad magmática y volcánica. 4.1. Descripción de los tipos de volcanes y su actividad en función de los tipos de magma, con especial atención a los de Canarias, y su distribución en el planeta. 4.2. Valoración de la importancia de conocer los riesgos volcánicos y sísmicos en general, y en Canarias en particular, así como las medidas preventivas y su posible predicción. 4.3. Análisis de la influencia de los volcanes en las Islas Canarias. 5. Interpretación, utilización y realización de representaciones gráficas diversas de la estructura interna del planeta y de su dinámica.

COMPETENCIAS: CL, CMCT, AA, CEC

BLOQUE DE APRENDIZAJE V: EL RELIEVE TERRESTRE Y SU EVOLUCIÓN

Anexo 1c. 4º de la ESO.

Curso 4.º Educación Secundaria Obligatoria

Criterio de evaluación **1. Planificar y realizar de manera individual o colaborativa proyectos de investigación relacionados con el medio natural en los que se elaboren hipótesis y se contrasten mediante la experimentación y la argumentación, aplicando las destrezas y habilidades propias del trabajo científico, a partir del análisis e interpretación de información previamente seleccionada de distintas fuentes, con la finalidad de formarse una opinión propia, argumentarla y comunicarla utilizando el vocabulario científico y mostrando actitudes de participación y de respeto en el trabajo en equipo.** Con este criterio se pretende evaluar que el alumnado diseña y realiza proyectos de investigación individual o de equipo relacionados con el medio natural canario, que supongan la búsqueda y el tratamiento de información de carácter científico a partir de la utilización de fuentes primarias y secundarias (observación, métodos experimentales, libros, periódicos, revistas, páginas web…), discriminando las más idóneas. Se verificará que aplica las destrezas propias del trabajo científico cuando muestra curiosidad, se plantea preguntas y busca respuestas adecuadas, elabora hipótesis justificadas, argumenta el proceso seguido, describe sus observaciones e interpreta los resultados analizando su coherencia, para comunicar con precisión las conclusiones de su investigación mediante exposiciones orales, escritas o visuales en diversos soportes, apoyándose en el uso de las tecnologías y empleando con precisión el vocabulario científico. Finalmente mediante este criterio se quiere comprobar que el alumnado muestra actitudes de respeto en el trabajo colaborativo y en el trabajo individual de los demás, asume responsabilidades, marca tiempos, establece metas y persevera para alcanzarlas, realizando y valorando propuestas de mejora sobre el propio trabajo y el del resto del grupo en los procesos de autoevaluación y coevaluación.		**Competencias: CL, CMCT, CD, AA, SIEE**	**Bloque de aprendizaje VII: Proyecto de investigación**
Estándares de aprendizaje evaluables relacionados 46, 47, 48, 49, 50, 51.	**Contenidos** 1. Aplicación autónoma de las destrezas y habilidades propias del trabajo científico. 2. Uso de fuentes de información variada, incluida las tecnologías de la información y comunicación, para la búsqueda y selección de información de carácter científico y presentación de conclusiones. 3. Obtención de información mediante la observación y toma de datos en el medio natural, la selección y recogida de muestras y posterior tratamiento en el laboratorio o el aula. 4. Empleo de estrategias para el fomento de la cohesión del grupo y del trabajo cooperativo para la consecución de objetivos (toma de decisiones, aceptación de responsabilidades, establecimiento de metas, perseverancia, asunción de errores…) 5. Planificación, desarrollo y defensa de un proyecto de investigación relacionado con el medio natural canario, con asunción de la crítica, aceptación de sugerencias y participación en procesos de autoevaluación y coevaluación.		

Criterio de evaluación **5. Identifica, recopila y contrasta información en diferentes fuentes mediante procesos de investigación dirigidos a reconstruir y datar algunos de los sucesos más notables ocurridos a lo largo de la historia de nuestro planeta, asociándolos con su situación actual, y a resolver problemas simples de datación relativa aplicando los procedimientos y principios básicos de la Geología, con el fin de reconocer a la Tierra como un planeta cambiante.** Con este criterio se pretende comprobar si el alumnado relaciona los principales acontecimientos geológicos, climáticos y biológicos que han tenido lugar a lo largo de la historia de la Tierra con las principales unidades del tiempo geológico (eones, eras, periodos, épocas y edades). Se verificará que hace uso de los fósiles guías y de los modelos temporales a escala, interpreta mapas topográficos, realiza perfiles topográficos de una zona y aplica los principios básicos de la datación relativa (superposición de estratos, superposición de procesos y correlación) así como si utiliza otras fuentes de información, apoyándose en las TIC, para describir los hechos acontecidos y reconstruir algunos cambios notables que la Tierra ha sufrido desde su origen.		**Competencias: CMCT, CD, AA, SIEE**	**Bloque de aprendizaje II: La dinámica de la Tierra**
Estándares de aprendizaje evaluables relacionados 20, 21, 22, 23, 24, 25.	**Contenidos** 1. Contraste de información que muestra a la Tierra como un planeta cambiante desde su formación hasta el momento actual. 2. Reconocimiento de las ideas históricas sobre la edad de la Tierra. Aplicación de los principios y procedimientos que permiten reconstruir su historia e identificación de las divisiones del tiempo geológico. 3. Interpretación de cortes geológicos sencillos y realización de perfiles topográficos aplicando los principios de superposición de estratos, superposición de sucesos y correlación. 4. Integración de los procesos geológicos, climáticos y biológicos fundamentales de la historia de la Tierra en el tiempo geológico a partir de la selección y organización de la información procedente de diferentes fuentes. 5. Utilización de los fósiles guía más característicos para situar en el tiempo eones, eras y periodos geológicos.		

Criterio de evaluación

6. Reconocer que el relieve terrestre es el resultado de la interacción de los procesos geológicos internos y externos, analizar y comparar los diferentes modelos que explican la estructura y composición de la Tierra e interpretar las principales manifestaciones de la dinámica interna aplicando el modelo dinámico y la teoría de la tectónica de placas con el fin de relacionar los fenómenos geológicos con sus consecuencias.

Con este criterio se pretende evaluar si el alumnado explica los diferentes modelos de la estructura y composición de la Tierra, apoyándose en el uso de esquemas, modelos, vídeos, simulaciones, etc., si describe los movimientos relativos entre las placas y los relaciona con los fenómenos que tienen lugar en la superficie y que evidencian la movilidad continental, la expansión y contracción de los océanos y sus consecuencias como la sismicidad, el vulcanismo, la formación de cordilleras, arcos insulares, dorsales y fenómenos intraplaca, con especial mención al origen y la evolución de las Islas Canarias. Finalmente se comprobará si el alumnado localiza, identifica y representa los procesos y las estructuras resultantes en mapas, fotografías y otras imágenes gráficas para deducir que el relieve es el resultado de la interacción de los procesos geológicos internos y externos.

Estándares de aprendizaje evaluables relacionados	**Contenidos**
26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33.	1. Análisis y comparación, a partir de información procedente de diversos medios, de los modelos geodinámico y geoquímico del interior de la Tierra que explican su estructura y composición. 2. Explicación de la evolución de las teorías movilistas desde la Teoría de la Deriva Continental hasta la Tectónica de Placas. 3. Descripción de las evidencias de la deriva continental y de la expansión del fondo oceánico. 4. Relación de la estructura interna de la Tierra con los fenómenos superficiales mediante la aplicación de los principios de la tectónica de placas. 5. Interpretación de los principales fenómenos derivados del movimiento de las placas litosféricas y relación con su ubicación en mapas terrestres. 6. Interpretación de las consecuencias que tienen en el relieve los movimientos de las placas. 7. Identificación y localización, sobre un mapa de placas, de los principales relieves terrestres (cordilleras, los arcos de islas y los orógenos térmicos) relacionados con la geodinámica interna. 8. Interpretación, utilizando ejemplos, de que el origen y evolución del relieve es el resultado de la interacción entre los procesos geológicos internos y externos y en especial el origen y evolución de las islas Canarias.

COMPETENCIAS: CMCT, AA, CEC

BLOQUE DE APRENDIZAJE II: LA DINÁMICA DE LA TIERRA

Anexo 2. Fichas de las actividades Earth Learning Idea (ELI).

Anexo 2a. Fichas de las actividades ELI realizadas.

AprendeideaTierra - http://www.earthlearningidea.com/

Meteorización, la destrucción de las rocas

Agrupar las imágenes con las descripciones y los procesos generadores de meteorización correspondientes

Explique a sus alumnos que el término "meteorización", tiene un significado preciso. Se restringe a la destrucción (fragmentación o disolución) de las rocas en el lugar en que se encuentran y no incluye el desplazamiento de los fragmentos, proceso que se denomina "erosión" Muestre a los alumnos las imágenes adjuntas e invítelos a asociar las mismas a las descripciones y explicaciones de los procesos de meteorización que se brindan.

Fotografía 1(Todas las fotos por *P. Kennett, salvo mención en contrario)*

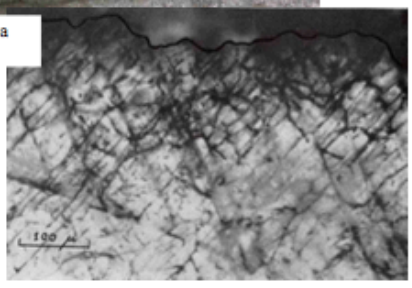
Fotografía 2

Fotografía 3

Fotografía 4 (La tapa del lente tiene un diámetro de 50mm)

Fotografía 5 (Altura del corte unos 3m)

Fotografía 6a



Fotografía 6b La línea de escala mide 0.1mm de largo. *Foto: Dr R.J. Jones*

1

Fotografía 7

Fotografía 8

Fotografía 9 (el martillo mide 40 cm de largo)

Descripciones de las imágenes (en otro orden)

- Una lápida, hecha en yeso rosa y blanco, actualmente presenta una superficie áspera y agrietada.
- Un gran bloque con un árbol que crece en una grieta del mismo.
- Fragmentos angulosos de caliza forman una escarpa de detritos al pie del afloramiento rocoso.
- Bloques redondeados de una roca ígnea oscura, con material suelto, de color marrón, rodeándolos.
- Una superficie horizontal en una caliza gris, con profundas grietas que la atraviesan en una red rectangular.
- Coladas de lavas moteadas en gris y blanco, con una banda castaño-rojiza entre ellas.
- Un bloque de caliza porosa de color crema, con material meteorizado a su alrededor.
- Un bloque de arenisca, de cuyo frente está desprendiéndose una lamina, en el muro de un antiguo edificio.
- Líquenes amarillos en un pilar. La imagen de microscopio muestra las raicillas de los líquenes.

Explicación de los procesos de meteorización que han generado los rasgos ilustrados en la serie de fotografías (en otro orden)

- Las raíces del árbol se han engrosado al crecer y han forzado la apertura de la grieta natural presente en la roca en la que han crecido.
- La roca porosa ha absorbido el agua de la lluvia. El proceso repetido de congelamiento y fusión ha inducido la fracturación de la roca y el desprendimiento de los fragmentos.
- El agua que escurría por la pared ha entrado en contacto con agua del subsuelo que ascendía por capilaridad. La reacción química entre el agua y los minerales de la roca ha producido la desagregación de las superficies externas del bloque.
- El agua ha percolado por las fracturas naturales, que presentaban un diseño rectangular. Las reacciones químicas han avanzado más rápidamente en los cruces de fracturas, generando bloques redondeados o esferoidales.
- La superficie de una colada quedo expuesta a la meteorización en un clima cálido y húmedo, lo que produjo la "oxidación" de los minerales ricos en hierro. Esta superficie fue luego cubierta por otro flujo de lava.
- El agua de lluvia, al correr sobre la superficie pulida a lo largo de más de 50 años ha disuelto parte de la roca, creando pequeños canales y ranuras.
- Por miles de años, los ácidos del agua de lluvia han reaccionado con la calcita (mineral que constituye las calizas), sobre todo en las fracturas presentes, denominadas diaclasas. El material solubilizado ha sido transportado en solución, formándose profundas acanaladuras con un patrón rectangular.
- Las raicillas de los líquenes se han abierto camino a través de los planos naturales de clivaje en la calcita que forma la roca, abriendo camino para la acción de otros agentes de meteorización.

- La repetición del ciclo de fusión y congelamiento del agua en las fracturas de la caliza que forma la ladera ha forzado la ruptura y caída de los bloques.

El proceso de caída marca el inicio de la erosión, paso siguiente a la meteorización.

Ficha técnica

Título: Meteorización, la destrucción de las rocas

Subtítulo: Deben asociarse las imágenes, sus descripciones y las de los procesos de meteorización que generan esos rasgos.

Tema: Se estudia el aspecto de las rocas meteorizadas y los procesos de meteorización que les dan origen.

Rango de edades: 11 -18 años

Tiempo necesario: 15 minutos

Aprendizajes de los alumnos: Los alumnos pueden:

- Reconocer los efectos de los diferentes procesos de meteorización;
- Reconocer que varios procesos pueden unirse para destruir el material rocoso;
- Saber qué procesos son principalmente físicos y cuáles químicos o biológicos;
- Comprender que la meteorización implica la destrucción física y/o química del material rocoso y habitualmente precede a la erosión;
- Animarse a buscar señales de meteorización en las rocas y edificios de su vecindario

Contexto: La meteorización tiene lugar en todas partes y en todos los climas. Afecta tanto a los materiales de construcción como a los materiales naturales. La meteorización puede contribuir a la generación de yacimientos de recursos naturales como la bauxita o el caolín y es fundamental en la formación del suelo. Puede que también juegue un papel vital en la transformación del clima.

Respuestas al ejercicio de asociación.

Foto	Descripción	Proceso de meteorización
1	Fragmentos angulosos de caliza forman una escarpa de detritos al pie de la pared rocosa	La repetición del ciclo de fusión y congelamiento del agua en las fracturas de la caliza que forma la ladera ha forzado la ruptura y caída de los bloques. El proceso de caída marca el inicio de la erosión, paso siguiente a la meteorización.
2	Un bloque de arenisca, de cuyo frente está desprendiéndose una lamina, en el muro de un antiguo edificio.	El agua que escurría por la pared ha entrado en contacto con agua del subsuelo que ascendía por capilaridad. La reacción química entre el agua y los minerales de la roca ha producido la desagregación de las superficies externas del bloque.
3	Una lápida, hecha en yeso rosa y blanco, actualmente presenta una superficie áspera y agrietada	El agua de lluvia, al correr sobre la superficie pulida a lo largo de más de 50 años ha disuelto parte de la roca, creando pequeños canales y ranuras.
4	Un bloque de caliza porosa de color crema, con material meteorizado a su alrededor.	La roca porosa ha absorbido el agua de la lluvia. El proceso repetido de congelamiento y fusión ha inducido la fracturación de la roca y el desprendimiento de los fragmentos.
5	Bloques redondeados de una roca ígnea oscura, con material suelto, de color marrón, rodeándolos.	El agua ha percolado por las fracturas naturales, que presentaban un diseño rectangular. Las reacciones químicas han avanzado más rápidamente en los cruces de fracturas, generando bloques redondeados o esferoidales.
6	6a - Líquenes amarillos en un pilar. 6b La imagen de microscopio muestra las raicillas de los líquenes.	Las raicillas de los líquenes se han abierto camino a través de los planos naturales de clivaje en la calcita que forma la roca, abriendo camino para la acción de otros agentes de meteorización.
7	Una superficie horizontal en una caliza gris, con profundas grietas que la atraviesan en una red rectangular.	Por miles de años, los ácidos del agua de lluvia han reaccionado con la calcita (mineral que constituye las calizas), sobre todo en las fracturas presentes, denominadas diaclasas. El material solubilizado ha sido transportado en solución, formándose profundas acanaladuras con un patrón rectangular.
8	Un gran bloque con un árbol que crece en una grieta del mismo.	Las raíces del árbol se han engrosado al crecer y han forzado la apertura de la grieta natural presente en la roca en la que han crecido.
9	Coladas de lavas moteadas en gris y blanco, con una banda castaño-rojiza entre ellas.	La superficie de una colada quedo expuesta a la meteorización en un clima cálido y húmedo, lo que produjo la "oxidación" de los minerales ricos en hierro. Esta superficie fue luego cubierta por otro flujo de lava.

Ampliación de la actividad:
Puede pedir a sus alumnos que realicen una investigación en el exterior del edificio de su escuela o vivienda en búsqueda de evidencias de meteorización. Este proceso no está confinado exclusivamente a las rocas sino que puede afectar también a los ladrillos, bloques de concreto, etc. Tumbas y lápidas pueden ser una excelente fuente de información acerca de la meteorización, ya que suministran una gran variedad de piedras ¡todas ellas con la fecha de colocación! La investigación puede incluir aspectos como las características de la superficie según si se encuentra vertical u horizontal.

Principios subyacentes:

- La meteorización es la alteración y desintegración de una roca *in situ* en la superficie terrestre, sin incluir la remoción de los fragmentos sólidos.
- El transporte de material en solución es considerado más un aspecto de la meteorización que de la erosión.
- Los procesos de meteorización son agrupados en:

Meteorización física (por efectos del congelamiento-descongelamiento, alternancia de frío y calor, de humedad y deshidratación, etc.).

Meteorización química (ej. Oxidación, la disolución de minerales solubles como el yeso por la lluvia, la de calizas por acción de las aguas ácidas atmosféricas o subterráneas).*Meteorización biológica* (ej. La acción de las plantas y animales, que generalmente facilita un mayor acceso de los otros procesos al interior de la roca, por lo que podría decirse que los agentes biológicos inducen procesos físicos y químicos).

- Estos procesos usualmente ocurren asociados y se los separa solo por cuestión de conveniencia.
- La acción de los microbios en la meteorización, por ejemplo en la formación del suelo, es de enorme importancia. Se cree que los microbios pueden estar también involucrados en el crecimiento de las partículas de oro detrítico.
- Las tazas de meteorización están probablemente asociadas al clima global y sus variaciones.

Desarrollo de habilidades:
Los alumnos reconocen relaciones y establecen un patrón a partir del examen de las fotografías y avanzan a la vinculación con el reconocimiento de los procesos en el lugar donde viven.

Materiales necesarios:

- Ampliaciones de las fotografías proporcionadas en las páginas 1 y 2
- Copias de los textos, que pueden imprimirse en tarjetas para su mejor manipulación y ordenamiento.

Conexiones útiles: Realice la propuesta de AprendeideaTierra "Cóctel erosivo", vinculada a la erosión de los fragmentos durante el transporte, luego de que la meteorización los ha desprendido y también la actividad de próxima publicación "La mirada fija en el suelo"

Fuente: Esta actividad ha sido diseñada por Peter Kennett del equipo de AprendeideaTierra.

Traducción: La traducción al español ha sido realizada por Aulagea, el programa de extensión del Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

© El equipo de Earthlearningidea. El equipo de Earthlearningidea se propone presentar una idea didáctica cada semana, de mínimo costo y con recursos mínimos, de utilidad para capacitadores docentes y docentes de Ciencias de la Tierra al nivel escolar de Geografía o Ciencias, junto con la discusión "en línea" acerca de cada idea, con el propósito de desarrollar una red global de apoyo. La propuesta de "Earthlearningidea" posee escasa financiación y es mayormente resultado del esfuerzo personal.
Los derechos (copyright) del material original contenido en estas actividades ha sido liberado para su uso en el laboratorio o en clase. El material con derechos de terceros contenido en estas presentaciones resta en poder de los mismos. Toda organización interesada en el uso de este material debe ponerse en comunicación con el equipo de Earthlearningidea.
Se han realizado todos los esfuerzos necesarios para localizar a quienes poseen los derechos de todos los materiales incluidos en estas actividades con el fin de obtener su autorización. Por favor, comuníquese con nosotros si cree que algún derecho suyo ha sido vulnerado; agradecemos cualquier información que nos permita actualizar nuestros archivos. Si usted tiene alguna dificultad con la legibilidad de estos documentos por favor comuníquese con el equipo de Earhtlearningidea para obtener ayuda.
Comuníquese con el equipo de Earthlearningidea a: info@earthlearninidea.com

¡Pozos, pozos, pozos!
Construcción de un modelo de un pozo

Muchos alumnos creen que el agua de los pozos procede de grandes lagos subterráneos, en vez de los poros y fracturas naturales de las rocas. Para ayudarlos a comprender lo que sucede realmente, puede preparar cualquiera de los dos modelos de pozos que se describen aquí.

a) Versión sencilla: Tome la bomba de una botella de jabón líquido de manos o similar y póngala vertical en un recipiente de plástico como, por ejemplo, la base recortada de un refresco de dos litros, tal como se muestra en la foto. Deposite grava o arena gruesa hasta que esté casi lleno. Imite la lluvia dejando caer agua hasta que su nivel llegue a unos tres cuartos de su capacidad. Pregunte a sus alumnos qué pueden ver a través de las paredes del recipiente. A continuación, bombee agua del pozo hacia una taza i pida a los alumnos que observen si el nivel del agua en la grava/arena ha descendido. Después de extraer una parte del agua, marque con un rotulador la posición del nivel freático en la pared del recipiente. Pregunte a los alumnos qué creen que significa el término "nivel freático" (*la superficie superior de la zona en que la roca está saturada de agua – no incluye, por tanto, el agua que todavía se está infiltrando hacia abajo*).

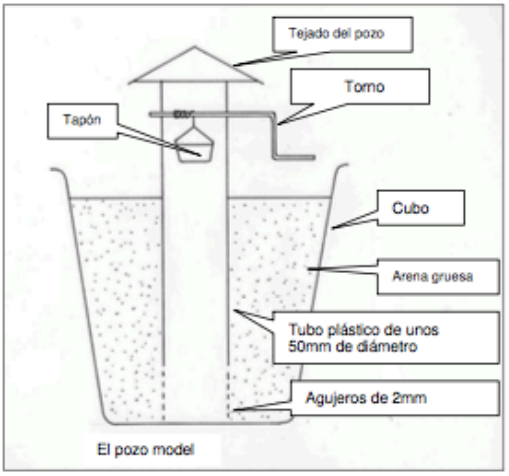
b) Versión elaborada: Construya el modelo en un cubo tal como se muestra en las imágenes y como se describe en "Material". Riegue lentamente la superficie de la arena usando el tejado del pozo con el fin de asegurarse de que el agua no entra directamente al tubo. Si utiliza arena seca en un cubo de 5 litros, probablemente tendrá suficiente con 1 litro de agua. Retire el tejado y pida a los alumnos que comprueben si se ve aparecer agua en el fondo del pozo; esto debería tardar unos diez minutos. Entonces pueden hacer bajar el tapón de botella con una o dos monedas en su interior para aumentar su peso, para ver si pueden extraer un poco de agua.

La versión sencilla

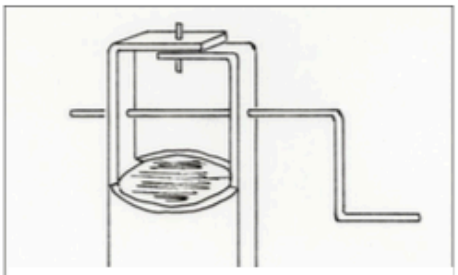
Aquí se muestra un tubo perforado alrededor del tubo de la bomba, cuya finalidad es evitar la obstrucción (véase "Material")

Para ambos modelos, pregunte a sus alumnos:

- ¿Hay un lago subterráneo en el modelo? (*no*).
- ¿Dónde está, pues, el agua? (*se encuentra en los poros entre los granos de arena)*
- ¿Qué hace falta para mantener el suministro de agua? (*lluvia*).
- ¿Podríamos bombear agua hasta secar el pozo? (*sí, si no se recarga con más lluvia*).
- Los pozos ¿se utilizan para obtener agua en todos los países o solo en algunos de ellos? *(los suministros de agua subterránea son importantes en casi todos los países – en España representan una proporción importante del suministro de agua).*



El pozo model



Extremo del pozo – hecho cortando parte del extremo del tubo dejando dos sectores elevados. Estos se doblan y se unen con cola o un tornillo pequeño. Las elevaciones se perforan para alojar el torno.

Pozo en un cubo mostrando el torno y el tejado

Pozo en un cubo sin el tejado
(*Totes les fotos: Peter Kennett*)

Ficha técnica

Título: ¡Pozos, pozos, pozos!

Subtítulo: Construcción de un modelo de pozo

Tema: Escoja una versión del modelo, dependiendo del tiempo y el equipamiento disponibles, y utilícelo para demostrar cómo se infiltra el agua a través de los poros entre los granos de una roca sedimentaria para acumularse en el fondo de un pozo.

Edad de los alumnos: 5 – 14 años

Tiempo necesario: 15 minutos, más 5 minutos para construir el modelo sencillo, o unos 45 minutos para el más elaborado.

Aprendizajes de los alumnos: Los alumnos pueden:

- observar qué pasa cuando se añade agua a una "roca" porosa y permeable;
- describir el significado del término "nivel freático";
- apreciar que la mayor parte del agua subterránea procede de poros y fracturas de las rocas y, en general, no de lagos subterráneos;
- comprender que un suministro fiable de agua depende de las precipitaciones y que un pozo se puede secar.

Contexto: Esta actividad es tan sencilla que puede ser comprendida por alumnos de todas las edades, y se puede utilizar en clases de geografía o ciencias al tratar del suministro de agua, o cuando se aborde el tema de recursos renovables y no renovables.

Ampliación de la actividad:

- Pida a los alumnos que predigan cuánta agua absorberá el modelo antes de saturarse y aparezca agua libre en la superficie. Seguidamente pueden contrastarse sus predicciones.
- El modelo del cubo se puede dejar en el exterior durante una semana y revisarlo cada día para ver cómo ha variado el nivel freático en función de la lluvia o la evaporación.
- Los alumnos pueden iniciar una investigación en Internet sobre el suministro de agua, o reunir artículos sobre sequías o inundaciones dependiendo del tiempo. Esto se podría hacer para su propio país o para otras zonas del mundo.

Anexo 2b. Fichas de las actividades ELI propuestas no desarrolladas.

Cocktail erosivo
Investiga la resistencia de las rocas a la erosión sacudiéndolas en un envase plástico

Pregunte a sus alumnos porque algunas áreas son montañosas y otras llanas. Estas diferencias en el relieve son frecuentemente causadas por diferencias en la resistencia a la erosión de las rocas presentes en el área; las rocas más resistentes constituyen generalmente las áreas más elevadas.

Los alumnos pueden entonces probar con diferentes rocas para ver como resisten la erosión con la siguiente actividad: Tome varios trozos pequeños de un mismo tipo de roca e introdúzcalos en un recipiente de plástico y ciérrelo. Sacuda el recipiente vigorosamente durante 20 segundos. Aguarde que el polvo se asiente, y luego vuelque el contenido cuidadosamente sobre una bandeja o un trozo de papel. Conserve la pila de polvo en la bandeja pero vuelva a introducir los fragmentos de roca en el recipiente. Sacúdalos por otros 20 segundos. Separe nuevamente el polvo y agréguelo al que tenía en la bandeja.
Tome ahora otros tipos de orca y repita la actividad con cada uno de ellos, manteniendo aparte cada pila de polvo.
Compare las pilas de polvo de cada tipo de roca y ordénelos de acuerdo a su resistencia a la erosión por fricción. La roca que produce menos polvo es la más resistente.
Si no contara con fragmentos de roca, puede simular la actividad utilizando fragmentos de ladrillos, cemento, etc. Si bien estos elementos no pueden ser vinculados al paisaje, los fragmentos se redondearán del mismo modo que lo hacen los de roca.
Este proceso es un componente de la erosión, como lo es el transporte fuera del lugar. Si cuenta con una balanza, puede medirse la masa de los fragmentos antes y después de cada sacudida y construir un gráfico de la resistencia relativa de los diferentes tipos de roca.

Esta actividad puede completarse con una salida a un sitio en el cual las rocas y otros materiales estén siendo erodados.

Un "cocktail erosivo" en vigorosa preparación

Las areniscas, más resistentes, forman resaltos en el primer plano, mientras las pelitas, menos resistentes, dan pendientes más tendidas. Stanage Edge, Derbyshire, England.

(*Fotos: P. Kennett*)

Ficha técnica

Título: Cocktail erosivo

Subtítulo: Investiga la resistencia de las rocas sacudiéndolas en un envase plástico

Tema: Sacude un recipiente plástico para erodar las rocas que contiene. Usa las diferencias en la cantidad de polvo generado para ordenar las rocas de acuerdo a su resistencia a la erosión. Completa la actividad con una visita a un lugar apropiado.

Rango de edades: 10-18 años

Tiempo necesario: 20 minutos

Aprendizajes de los alumnos: Los alumnos pueden:

- Apreciar la necesidad de una aproximación sistemática al problema, por ejemplo tratando de mantener un mismo nivel de energía al sacudir los diferentes grupos de fragmentos;
- Observar el diferente grado de redondeamiento de los materiales luego del proceso;
- Ordenar los resultados según su intensidad, basándose en la observación directa o en el pesaje del polvo;
- Vincular la variación en el relieve en aquéllos lugares donde el mismo depende de la resistencia relativa de las rocas a la erosión.

Contexto: Esta actividad puede emplearse para complementar una clase de geografía o para examinar las propiedades físicas de diferentes tipos de rocas. Las diferencias en la resistencia de las rocas pueden explicar las diferencias en el relieve, pero los alumnos deben estar advertidos

de que no es este el único factor de control. Por ejemplo, muchos de los profundos valles de los Himalayas son resultado de la erosión de los ríos, profundizándose a medida que las montañas se elevan sin demasiada influencia en los tipos de rocas involucrados.

Complementar la actividad:

- A los alumnos puede interesarles sacudir todos los tipos de rocas juntos, para ver que ocurre con ellos.
- Un proceso similar de sacudimiento y abrasión puede usarse para preparar piedras semipreciosas para joyería.
- Puede realizarse la actividad agregando algo de agua al recipiente, para imitar un río o el mar, pero esto complica la cuantificación de la cantidad de polvo producida.
- Una visita a un río local o a la playa puede servir para que los alumnos investiguen el grado de redondeamiento alcanzado por los fragmentos durante su transporte.
- Puede preguntarse a los alumnos como creen que evolucionará el contorno de una costa conformada por diferentes tipos de rocas como resultado de la acción del mar a lo largo de los años.

Principios subyacentes:

- Erosión proviene del latin "erodere" y significa desgastar
- Este desgaste no es lo mismo que la meteorización, ya que esta involucra la destrucción del material por acción de los agentes atmosféricos, las plantas o los animales y no incluye el transporte de los materiales generados.
- A medida que los fragmentos son transportados por el agua, el hielo o el viento, son redondeados como consecuencia del continuo golpeteo entre ellos. La abrasión afecta también a las rocas sobre la que se desplazan. Ambos procesos son parte de la erosión.
- La resistencia a la erosión de un fragmento de roca es función de los minerales que la componen, de como se entrelazan los diferentes cristales (en una roca cristalina), de la resistencia del cemento que une los clastos de una roca sedimentaria y de la presencia de cualquier orientación preferencial en los materiales (como planos de estratificación o de clivaje.

Desarrollo de habilidades:

- Se establece un patrón del orden en que son erodados diferentes tipos de rocas.
- Se produce un conflicto cognitivo cuando los alumnos se dan cuenta que la resistencia de las rocas puede no ser el único factor que controla la formación de un relieve.
- Relacionar los resultados de la experiencia con paisajes conocidos requiere habilidades de vinculación en el pensamiento de los alumnos.

Recursos necesarios:

- Un recipiente plástico con buen cierre
- Fragmentos pequeños de diferentes tipos de rocas o materiales similares como ladrillos y cemento.
- Papel o bandejas para acumular el polvo generado por el desgaste.
- Una balanza si se dispone de ella.

Vínculos útiles: Pruebe de adaptar la actividad de AprendeideaTierra "El Ganges en una canaleta" (del 25 de Febrero) para generar un canal erosivo en la arena.
http://www.bbc.co.uk/scotland/education/geog/coastline/standard/physical/features/erosion/?topic=rock
http://www.apqj64.dsl.pipex.com/sfa/id87.htm y vea la Lección 4.

Fuente: Apuntes del taller 'The Dynamic Rock Cycle' publicado por la Earth Science Education Unit,
http://www.earthscienceeducation.com/workshops/rock_cycle/erosion.htm

Traducción: La traducción al español ha sido realizada por Aulagea, el programa de extensión del Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Spanish translation by Aulagea, a service for teachers and learners of the Dept. of Geology of the University of Buenos Aires
pepe@gl.fcen.uba.ar

El equipo de Earthlearningidea. El equipo de Earthlearningidea se propone presentar una idea didáctica cada semana, de mínimo costo y con recursos mínimos, de utilidad para capacitadores docentes y docentes de Ciencias de la Tierra al nivel escolar de Geografía o Ciencias, junto con la discusión "en línea" acerca de cada idea, con el propósito de desarrollar una red global de apoyo. La propuesta de "Earthlearningidea" posee escasa financiación y es mayormente resultado del esfuerzo personal. Los derechos (copyright) del material original contenido en estas actividades ha sido liberado para su uso en el laboratorio o en clase. El material con derechos de terceros contenido en estas presentaciones resta en poder de los mismos. Toda organización interesada en el uso de este material debe ponerse en comunicación con el equipo de Earthlearningidea. Se han realizado todos los esfuerzos necesarios para localizar a quienes poseen los derechos de todos los materiales incluidos en estas actividades con el fin de obtener su autorización. Por favor, comuníquese con nosotros si cree que algún derecho suyo ha sido vulnerado; agradecemos cualquier información que nos permita actualizar nuestros archivos. Si usted tiene alguna dificultad con la legibilidad de estos documentos por favor comuníquese con el equipo de Earhtlearningidea para obtener ayuda.
Comuníquese con el equipo de Earthlearningidea a: info@earthlearninidea.com

Estructuras sedimentarias - imbricación
¿En qué dirección fluía el río?

A menudo, las rocas sedimentarias nos muestran pistas sobre sus orígenes. Los sedimentos que fueron depositados por corrientes rápidas en ríos o playas, presentan **imbricación** cuando los fragmentos de roca fueron empujados por la corriente de manera que se superponen unos a los otros.
Demuestre este principio disponiendo una fila de fichas de dominó como se muestra en la Foto 1. Utilice un lápiz para empujarlas por encima de manera que se superpongan unas sobre las otras como se ve en la Foto 2. Pida a sus alumnos que observen la superposición y si pueden decir en qué dirección ha sido empujado el lápiz.

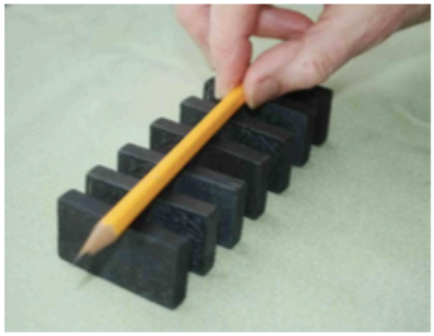


Foto 1: Las fichas dispuestas sobre la mesa

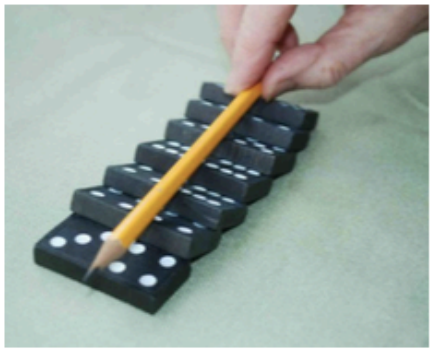


Foto 2: Las fichas tumbadas

Repita la actividad, sin que miren los alumnos, y pregúnteles si pueden decir en qué sentido ha desplazado el lápiz.

Muestre a sus alumnos la primera foto de fragmentos de rocas del lecho de un río (Foto 3) y pregúnteles en qué sentido creen que fluía el río.

Foto 3: Fragmentos de rocas que muestran imbricación en el lecho de un río actual de Gales

Ahora muéstreles el resto de la escena (Foto 4), para que puedan comprobar su respuesta

Foto 4: La misma escena que la de la Foto 3, mostrando la corriente del río (que fluye de izquierda a derecha)

Las capas conglomeráticas de edad triásica del sur de Inglaterra están formadas por cantos imbricados que se inclinan hacia el Sur. ¿En qué sentido fluía la corriente que los depositó? (*Respuesta: hacia el Norte*)

Ficha técnica

Título: Estructuras sedimentarias 2 - Imbricación

Subtítulo: ¿En qué dirección fluía el río?

Tema: Demostración por parte del profesor (o actividad en pequeño grupo) que muestra cómo se origina la imbricación en las rocas sedimentarias.

Edad de los alumnos: 11 – 18 años

Tiempo necesario: Unos 10 minutos

Aprendizajes de los alumnos: Los alumnos pueden:

- observar los resultados de una demostración sencilla;
- comprender cómo se puede formar la imbricación en el mundo natural y su importancia para interpretar los ambientes antiguos;
- estudiar detenidamente fotos y discutir las evidencias antiguas y actuales que se muestran.

Contexto: Esta actividad se puede utilizar en cualquier lección que trate del origen de los sedimentos y la interpretación de los ambientes antiguos.

Ampliación de la actividad:

- Pida a sus alumnos que estudien las Fotos 5 y 6, con el fin de identificar dónde se origina la imbricación y que digan en qué sentido fluía la corriente antigua. (*En ambos casos, el flujo aparente circulaba de izquierda a derecha. Cabe recordar, no obstante, que las fotos proporcionan una visión bidimensional y, por tanto, la corriente podía fluir en alguna medida hacia dentro o hacia fuera de la página).*

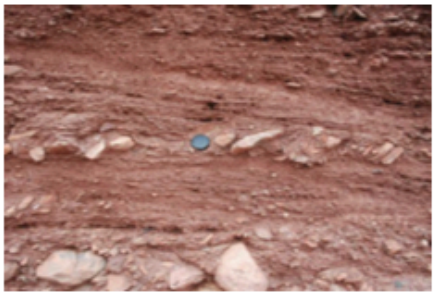


Foto 5: Imbricación en rocas sedimentarias de edad Pérmica en Torbay, Devon

Foto 6: Imbricación en rocas sedimentarias de edad Pérmica en Torbay, Devon
(Fotos: *Todas las fotos son de Peter Kennett*)

- Pida a sus alumnos que busquen si hay imbricación en alguna corriente actual que deban atravesar y que comprueben si siguen el modelo que han establecido.

Principios subyacentes:

- A menudo, las corrientes fuertes empujan fragmentos de rocas unos sobre los otros en secuencias de superposición.
- La dirección de inclinación de cada fragmento apunta hacia el lugar de donde procede la corriente.
- Este efecto NO está causado por una ficha de dominó (0 fragmento de roca) sencillamente golpeando al siguiente y provocando así el conocido colapso o "efecto dominó".
- El flujo de las corrientes antiguas a menudo queda conservado en la textura imbricada de la secuencia de rocas.
- Las corrientes antiguas reciben el nombre de *paleocorrientes*.
- Los términos *imbricación* y *textura imbricada* derivan de la palabra latina que significa *teja*, ya que su aspecto es similar al de las tejas superpuestas de un tejado.

Desarrollo de habilidades cognitivas:
En la observación de los resultados de la demostración intervienen procesos de construcción de conocimiento. La identificación de direcciones de corriente antiguas puede provocar conflicto cognitivo; la metacognición se produce cuando los alumnos discuten la actividad. Se necesitan habilidades para establecer nuevas conexiones con el fin de relacionar las observaciones de las fichas de dominó con el mundo real.

Material:

- Unas seis fichas de dominó y objetos de forma uniforme y similar
- un lápiz largo
- acceso a las fotos anteriores

Fuente: Escrito por Peter Kennett, siguiendo una sugerencia de Chris King, ambos del Equipo de Earthlearningidea.

© El equipo de Earthlearningidea. El equipo de Earthlearningidea se propone presentar una idea didáctica cada semana de coste mínimo y con recursos mínimos, útil para docentes y formadores de profesores de Ciencias de la Tierra, a nivel escolar de Geología y Ciencias, juntamente con una "discusión en línea" sobre cada idea con la finalidad de desarrollar una red de apoyo. La propuesta de "Earthlearningidea" tiene escasa financiación y depende mayoritariamente del esfuerzo voluntario.
Los derechos (copyright) del material original de estas actividades han sido liberados para su uso en el laboratorio o en clase. El material con derechos de terceras personas contenido en estas presentaciones sigue perteneciendo a las mismas. Cualquier organización que quiera hacer uso de este material, deberá ponerse en contacto con el equipo de Earthlearningidea.
Se han hecho todos los esfuerzos posibles para localizar a las personas o instituciones que poseen los derechos de todos los materiales de estas actividades para obtener su autorización. Si cree que se ha vulnerado algún derecho suyo, póngase en contacto con nosotros; agradeceremos cualquier información que nos permita actualizar nuestros archivos.
Si tiene alguna dificultad para leer estos documentos, póngase en contacto con el equipo de Earhtlearningidea para obtener ayuda.
Comuníquese con el equipo de Earthlearningidea en: info@earthlearninidea.com

Movimiento por rodamiento, saltación, flotación i invisible
Investigando cómo el agua transporta sedimentos

Explique a sus alumnos que investigaran cómo los sedimentos como la grava y el barro*, son arrancados y arrastrados aguas abajo por los ríos.

Para representar el flujo de un rio, utilice un bol redondo con un objeto pesado situado en el medio. Vierta agua caliente en el bol hasta que esté lleno en unas tres cuartas partes. Mezcle una cucharada de grava lavada con una de arena lavada y otra de sal. Esparza la mezcla alrededor del bol y espere a que se sedimente.

Usando una cuchara, remueva el agua haciendo círculos suavemente y observe qué pasa.
Los granos pequeños de arena se empiezan a levantar y a moverse alrededor del bol.

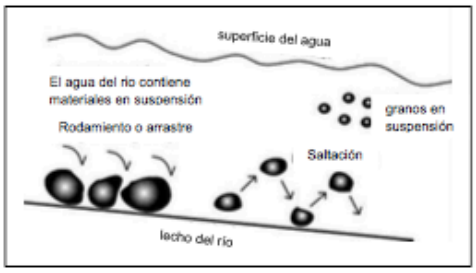
Ahora remueva un poco más deprisa y observe qué pasa. Más granos de arena empiezan a moverse alrededor del bol.
Algunos granos botan a medida que giran.

Si remueve aún más rápido, será posible hacer que la grava se mueva. Pregunte a sus alumnos qué está pasando ahora.
La grava empieza a rodar o arrastrarse por el fondo del bol.

Finalmente, pida a sus alumnos que observen qué ha pasado con la sal.
Parece que ha desaparecido. De hecho, se ha disuelto en el agua y ahora se encuentra en disolución.

Los alumnos pueden trabajar en grupo, cada uno con su propio bol y sedimento.

Puede utilizar este esquema para resumir las conclusiones de sus alumnos:



Transporte de sedimentos
(Foto: Elizabeth Devon)

Barro – no usamos barro (partículas muy finas de arcilla) en esta investigación porque hace que el agua se vuelva turbia de manera que no se pueden ver los otros granos. No obstante, está presente en todos los ríos.

Ficha técnica:

Título: Movimiento por rodamiento, saltación, flotación e invisible

Subtítulo: Investigando cómo el agua transporta sedimentos

Tema: Esta actividad se puede utilizar en cualquier lección de ciencias o geografía. También se puede utilizar para practicar la narración literaria.

Edad de los alumnos: 5 - 14 años

Tiempo necesario: 20 minutos

Aprendizajes de los alumnos: Los alumnos pueden:
- observar que, bajo un flujo muy lento, algunos granos se mantienen en suspensión;
- percibir que, con un flujo más rápido, algunos granos de arena rebotan en el fondo mientras que otros son arrastrados girando una y otra vez;
- apreciar que hace falta un flujo mucho más rápido para hacer rodar o arrastrar la grava a lo largo del bol;
- observar que la sal se disuelve y viaja en disolución.

Contexto:
Los sedimentos son transportados por el agua (en los ríos, el mar o las canaletas) en disolución, suspensión, por saltación (rebotando) y por tracción (rodando o arrastrándose).
A medida que los sedimentos se mueven, los granos se golpean entre sí y contra el lecho del río o el fondo del mar. Gradualmente se van triturando o erosionando; los cantos agudos se van rebajando y los granos se vuelven más redondeados y pequeños.

Ampliación de la actividad:
Los alumnos podrían buscar fotos de ríos y sugerir cómo están transportando sedimentos; por ejemplo, un lecho de río en un área montañosa puede tener grandes bloques. Estos solo podían haber sido desplazados a lo largo del lecho del río por un flujo muy rápido de agua.
Otros ríos presentan un aspecto fangoso y no se distingue arena o grava. Estos ríos transportan muchos sedimentos en suspensión y probablemente también en disolución.

Los alumnos podrían probar la Earthlearningidea "Un río caudaloso en una canaleta".

Los alumnos podrían hacer historias sobre cómo Grano Arenoso/a y cómo el/ella se mueve a lo largo del río. Si lo hacen, se les debería animar a incluir el hecho de que Arenoso/a será erosionado/a y se volverá más redondeado/s y pequeño/a a medida que se vaya desplazando.

Principios subyacentes: (ver el esquema siguiente)
- Con flujo lento, los ríos transportan sedimentos finos en suspensión.
- Todos los materiales solubles se disolverán en el agua y serán transportados en disolución.
- A medida que la velocidad aumenta, se pueden transportar sedimentos de grano más grueso y frecuentemente se mueven por saltación.
- A alta velocidad de flujo, los granos más gruesos se moverán por tracción y rodarán o serán arrastrados por el lecho del río.

Desarrollo de habilidades cognitivas:
Los alumnos descubren el modelo de cómo se mueven los sedimentos a medida que se incrementa la velocidad del flujo. La discusión sobre lo que pasa genera metacognición. La desaparición de la sal puede producir un conflicto cognitivo. Transferir lo que han observado en el modelo al mundo real implica el establecimiento de nuevas conexiones.

Material:
- bol redondo con un objeto pesado (un vaso de precipitados con agua) pegado en el fondo con Blu tac™
- grava y arena lavadas** y sal
- cucharas de mesa

** La arena se puede lavar para eliminar las partículas finas turbias poniéndolas en una cubeta, preferiblemente en el exterior, conectando una manguera a un grifo y aclarando la arena con la manguera hasta que el agua que rebose sea clara.

Enlaces útiles:
La Earthlearningidea "Un río caudaloso en una canaleta"
http://www.earthlearningidea.com

Fuente:
Desarrollado por Elizabeth Devon del equipo de ELI.

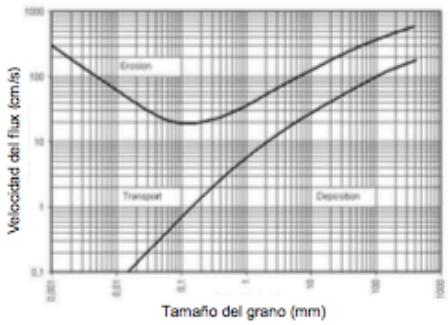


Diagrama de Hjulström-Sundborg que muestra las velocidades del flujo del agua que erosionan, transportan y sedimentan granos de tamaños diferentes

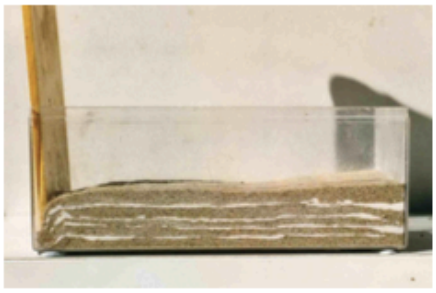
Archivo bajo licencia "Creative Commons" Attribution-Share Alike 3.0 Unported.

Anexo 2c. Actividad usada como ejemplo (apartado 2.4.3)

¡Los Himalayas en 30 segundos!
Cómo crear una cadena montañosa en una caja

Muestre a los alumnos un amonite fósil como el que se ilustra en la Foto 1 (evidencia de una criatura marina extinta). Los amonites vivieron y murieron en el mar, pero uno semejante a este fue encontrado en los Himalayas, en rocas a 5000m de altura. ¿Cómo puede ser esto? Explique que los Himalayas se formaron cuando India chocó con Asia, es decir, el subcontinente indio fue empujado contra la masa continental asiática por procesos vinculados a la tectónica de placas. Vamos a imitar lo que sucedió con la capa de corteza oceánica, que se encontraba entre estas dos masas continentales. Superponga varias capas de arena seca y harina en una caja transparente, colocando una tabla en uno de los bordes (ver la Foto 2). No llene más de la mitad de la caja. Se puede usar cualquier otro polvo con color diferente a la arena para alternar las capas (por ejemplo tiza molida) y debe ser agregado sólo sobre el frente de la caja, que es lo que los alumnos podrán observar. Muy cuidadosamente, empuje la tabla a través de la caja, de manera que comprima las capas, deteniéndose cada tanto para observar los resultados. Normalmente las capas se pliegan y algunas de ellas llegan a volcarse (su base queda arriba de su techo). (Ver la Foto 3). Ocasionalmente un grupo de capas se desliza sobre el resto produciéndose una falla de tipo inverso, causada por compresión). La superficie de la arena se eleva e imita el levantamiento de las rocas en las cadenas montañosas como los Himalayas.

Fotografía 1: Un amonite fósil, como uno Encontrado a 5000m de altura en los Himalayas. (barra de escala = 1 cm)



Fotografía 2: Como preparar la caja

Fotografía 3: Estratos plegados y fallados en la caja

Fotografía 4: Rocas plegadas y falladas (Lizard, Cornwall, Inglaterra. Una compresión, como la que usted produjo en la caja originó el plegamiento y fallamiento de estas rocas millones de años atrás. *(Fotos de: P. Kennett)*

Ficha técnica:

Título: ¡Los Himalayas en 30 segundos!

Subtitulo: Cómo crear una cadena montañosa en una caja

Tópico: Modelar como la compresión lateral puede deformar las rocas en pliegues y fallas, imitando el modo en que se forman las montañas.

Edad de los alumnos: 9 - 18 años.

Tiempo necesario para completar la actividad: Alrededor de 10 minutos, si el montaje se realiza frente a los alumnos.

Resultados del aprendizaje: Los alumnos pueden:

- Describir como las fuerzas laterales pueden producir pliegues y fallas en las rocas estratificadas.
- explicar como las cadenas montañosas pueden haberse formado a partir de rocas estratificadas si los esfuerzos fueron suficientemente fuertes. (A algunos no les resultará será fácil hacer una relación entre esta actividad y el comportamiento de la Tierra misma)

Contexto: Esta actividad puede ser utilizada para ampliar las clases acerca de fuerzas en Física, o en Geografía para completar la comprensión de la forma en que los rasgos de la superficie de la Tierra afectan los sistemas meteorológicos.

Ampliación de la actividad:

- Pedir a los alumnos que dibujen el aspecto de los pliegues en diferentes momentos para producir una secuencia de los efectos de la deformación.
- Intentar una búsqueda en la red para obtener detalles de cómo se forman las cadenas de montañas plegadas.
- Busque imágenes de otras rocas plegadas y falladas y pregunte a los alumnos en qué direcciones actuaron las fuerzas que produjeron esas estructuras.
- Con los alumnos mayores discuta acerca de la conexión entre las cadenas plegadas y la tectónica de placas.

Principios subyacentes:

- Las fuerzas producen la deformación de las rocas sobre las que actúan
- Al iniciarse el movimiento, la fuerza ejercida sobre la tabla vence la fricción dentro de la arena, haciendo que se pliegue, y también trabaja contra la gravedad, causando la elevación.
- El plegamiento (deformación plástica) normalmente precede a la fracturación o fallamiento (deformación frágil).
- Cuando la falla inversa producida por compresión es de ángulo reducido se denomina "corrimiento".
- La deformación en la arena tiene lugar grano a grano. Esto es similar a la deformación de las rocas molécula a molécula.

Desarrollo de habilidades para pensar:

- Se establece como patrón que los plegamientos y fallas son producidos por compresión.
- Hay una correlación directa con las montañas plegadas, aunque para los alumnos más jóvenes esto puede ser difícil de comprender.
- Los alumnos afrontan un desafío cognoscitivo cuando analizan el origen de otras montañas como los Andes o las Rocallosas, donde no hay ningún segundo continente para "apretar" las rocas. (En estos casos, la placa continental en la que se localizan las montañas es forzada contra la placa oceánica adyacente)

Recursos necesarios:

- Una caja pequeña y transparente de plástico o vidrio, por ejemplo una pecera.
- Una tabla que se ajuste a la caja
- Arena seca
- Harina, u otro polvo que tenga contraste de color con la arena
- Una cuchara, para agregar la arena y el polvo en la caja.

Contactos utiles: 'Make your own folds and faults' y otras actividades que involucran deformación en "The Dynamic Rock Cycle", on the Earth Science Education Unit website: http://www.earthscienceeducation.com/

Fuente: Earth Science Teachers' Association (1992) *Science of the Earth 11 – 14: Earth's Surface Features*. Sheffield: Geo Supplies Ltd.

Traducción: La traducción al español ha sido realizada por Aulagea, el programa de extensión del Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Spanish translation by Aulagea, a service for teachers and learners of the Dept. of Geology of the University of Buenos Aires (pepe@gl.fcen.uba.ar)

© El equipo de Earthlearningidea. El equipo de Earthlearningidea se propone presentar una idea didáctica cada semana, de mínimo costo y con recursos mínimos, de utilidad para capacitadores docentes y docentes de Ciencias de la Tierra al nivel escolar de Geografía o Ciencias, junto con la discusión "en línea" acerca de cada idea, con el propósito de desarrollar una red global de apoyo. La propuesta de "Earthlearningidea" posee escasa financiación y es mayormente resultado del esfuerzo personal.
Los derechos (copyright) del material original contenido en estas actividades ha sido liberado para su uso en el laboratorio o en clase. El material con derechos de terceros contenido en estas presentaciones resta en poder de los mismos. Toda organización interesada en el uso de este material debe ponerse en comunicación con el equipo de Earthlearningidea.
Se han realizado todos los esfuerzos necesarios para localizar a quienes poseen los derechos de todos los materiales incluidos en estas actividades con el fin de obtener su autorización. Por favor, comuníquese con nosotros si cree que algún derecho suyo ha sido vulnerado; agradecemos cualquier información que nos permita actualizar nuestros archivos. Si usted tiene alguna dificultad con la legibilidad de estos documentos por favor comuníquese con el equipo de Earhtlearningidea para obtener ayuda.

Comuníquese con el equipo de Earthlearningidea a: info@earthlearninidea.com

Anexo 3. Examen test.

EXAMEN GEOLOGÍA TEMAS 9 Y 10 Colegio Echeyde Mayo 2018

NOMBRE:_____ 3º__

1) La superficie de la Tierra:
a) No sufre cambios a lo largo del tiempo.
b) Solamente se altera por fenómenos como terremotos o erupciones volcánicas.
c) Cambia continuamente a lo largo del tiempo.
d) Se altera únicamente en invierno.

2) La energía necesaria para poner en marcha los procesos responsables de los cambios en la superficie terrestre proviene de:
a) La Luna.
b) El núcleo de la Tierra.
c) El Sol.
d) Las placas tectónicas.

3) En qué zonas de la superficie terrestre se acumula más energía térmica producida por la radiación solar:
a) Zonas polares.
b) En todas las zonas se acumula por igual.
c) Zonas ecuatoriales y tropicales.
d) En los océanos.

4) El movimiento del agua y del aire transporta el calor de las zonas cálidas del fluido hacia las frías formando unas corrientes llamadas:
a) Corrientes superficiales.
b) Corrientes subterráneas.
c) Corrientes de convección.
d) Corrientes de conjugación.

5) Cuál de las siguientes respuestas NO es un tipo de meteorización:
a) Física o mecánica.
b) Química.
c) Eléctrica.
d) Biológica.

6) Como resultado de la meteorización se producen unos fragmentos de rocas llamados clastos, que se acumulan al pie de las rocas formando un:
a) Sedimento
b) Detrito o regolito.
c) Meteorito.
d) Barranco.

7) Cuál de los siguientes casos es un ejemplo de meteorización química:
a) Rocas fracturadas por acción del hielo.
b) Líquenes que colonizan la calcita que forma la roca.
c) La superficie de una colada expuesta a la meteorización, ha provocado la oxidación de los minerales ricos en hierro.
d) Repetición del ciclo de fusión y congelamiento del agua en las fracturas de una roca caliza.

8) La erosión es:
a) La recogida de los detritos o el arranque de los fragmentos rocosos y su evacuación desde su lugar de origen.
b) La alteración de las rocas debido a procesos físicos, químicos y biológicos.
c) El desplazamiento de los materiales desde su lugar de origen hasta el lugar donde se depositan.
d) La acumulación de los materiales después de ser transportados.

9) El proceso consistente en que el agente que transporta los detritos pierde energía y los materiales se depositan se llama:
a) Meteorización.
b) Desgaste.
c) Transporte.
d) Sedimentación.

10) Contesta VERDADERO o FALSO en las siguientes afirmaciones:

a) La gravedad no tiene ninguna influencia en los procesos de erosión y transporte:_____

b) El ciclo del agua necesita la energía solar para su funcionamiento:_____

11) Cuál de los siguientes NO es un agente geológico:

a) El mar.
b) La sedimentación.
c) El viento.
d) Los glaciares.

12) Las dunas son producidas, principalmente, por un agente geológico:

a) Las aguas subterráneas.
b) Los glaciares.
c) El viento.
d) Los ríos.

13) Contesta VERDADERO O FALSO en las siguientes afirmaciones:

a) Los glaciares son agentes geológicos típicos de zonas como la Antártida o el Himalaya:_____

b) Los glaciares afectan a toda la superficie terrestre:_____

14) Las aguas de arroyada tienen gran capacidad erosiva y originan:

a) Barrancos.
b) Dunas.
c) Galerías subterráneas.
d) Estalactitas.

15) Las aguas que discurren por la superficie terrestre dan lugar a dos agentes geológicos, las aguas de arroyada y:

a) El viento.
b) Los ríos.
c) El mar.
d) Los glaciares.

16) Cuál de las siguientes afirmaciones sobre las aguas subterráneas es FALSA:

a) El uso de pesticidas en la agricultura puede contaminar las aguas subterráneas.

b) Las actividades realizadas en la superficie no tienen repercusión en las aguas subterráneas.

c) Actividades industriales, ganaderas o mineras realizadas de forma inadecuada podrían producir contaminación en los acuíferos.

d) Un acuífero cercano a la costa puede invadirse por agua de mar e inutilizarse por su salinización.

17) La mayoría del agua que se consume en Tenerife actualmente procede de:

a) El mar.
b) Ríos y lagos.
c) Otras islas.
d) Galerías y pozos de aguas subterráneas.

18) El nivel más alto que alcanza el agua subterránea se denomina:

a) Nivel de base.
b) Nivel freático.
c) Canal de desagüe.
d) Manantial.

19) El mar es un agente erosivo que actúa por ejemplo en:

a) El Valle de la Orotava.
b) La playa de Taganana.
c) El monte de las Mercedes.
d) El barranco del Infierno.

20) Cuál de las siguientes acciones del ser humano la podemos considerar como positiva:

a) Tala descontrolada de árboles.
b) Construcción en masa de viviendas en zonas rurales.
c) Extracción continua de áridos en las montañas.
d) Fijación de dunas, colonizándolas con vegetales para evitar que se desplacen a zonas pobladas.

Anexo 4. Calificaciones obtenidas por los cuatro grupos de 3º de la ESO.

3º A COLEGIO ECHEYDE CALIFICACIONES GEOLOGÍA TEMAS 9 Y 10

	ALUMNO	A	B	C	A+B+C	D	NOTA FINAL
1		10	8	9	9	8	**NOTABLE (8,5)**
2		10	9	8	9	9,5	**SOBRESALIENTE (9,25)**
3		10	5	5	6,66	7,75	**NOTABLE (7,2)**
4		5 **(1*)**	-	5	3,33	7,25	**APROBADO (5,3)**
5		10	9	9	9,33	6,75	**NOTABLE (8)**
6		10	8	9	9	9,5	**SOBRESALIENTE (9,25)**
7		10	6	9	8,33	7	**NOTABLE (7,7)**
8		10	9	8	9	7,75	**NOTABLE (8,4)**
9		10	9	9	9,33	8	**NOTABLE (8,7)**
10		10	8	9,5	9,16	7,25	**NOTABLE (8,2)**
11		7,5 **(2*)**	8	9,5	8,33	9,25	**NOTABLE (8,8)**
12		10	-	-	3,33	9,25	**APROBADO (6,3)**
13		10	9,5	9	9,5	8	**NOTABLE (8,75)**
14		10	9	9	9,33	9,25	**SOBRESALIENTE (9,3)**
15		10	9	9	9,33	9,5	**SOBRESALIENTE (9,4)**
16		10	8	8	8,66	7,5	**NOTABLE (8,1)**
17		10	9	8,5	9,16	7,75	**NOTABLE (8,5)**
18		10	9	9,5	9,5	8,75	**SOBRESALIENTE (9,1)**
19		10	5	6	7	8,75	**NOTABLE (7,9)**
20		10	5	6	7	9,25	**NOTABLE (8,1)**
21		10	5	7	7,33	9,25	**NOTABLE (8,3)**
22		10	7	8	8,33	8,75	**NOTABLE (8,5)**
23		10	-	7	5,66	7,25	**APROBADO (6,5)**
24		10	9,5	9	9,5	9,5	**SOBRESALENTE (9,5)**

(1*): Le falta el dibujo de aguas subterráneas y la ficha de meteorización.
(2*): Le falta el dibujo de aguas subterráneas.

A: Actitud, comportamiento y participación en las actividades realizadas tanto en el aula como en el laboratorio (dibujo sobre aguas subterráneas, ficha sobre meteorización). De 0 a 10.
B: Tarea sobre meteorización, investigación en el exterior. De 0 a 10.
C: Tarea sobre modelado del relieve en las Islas Canarias. De 0 a 10.
D: Examen contenidos Temas 9 y 10. De 0 a 10.

A + B + C componen el 50% de la **NOTA FINAL,** a partes iguales.
D compone el otro 50% de la **NOTA FINAL.**

3º B COLEGIO ECHEYDE CALIFICACIONES GEOLOGÍA TEMAS 9 Y 10

	ALUMNO	A	B	C	A+B+C	D	NOTA FINAL
1		10	6	6	7,33	9,5	**NOTABLE (8,4)**
2		10	6	7	7,66	7,5	**NOTABLE (7,6)**
3		10	7	7	8	9,5	**NOTABLE (8,75)**
4		10	-	-	3,33	3	**SUSPENSO (3,2)**
5		7,5 **(*)**	5	5	5,83	6,5	**APROBADO (6,2)**
6		10	4	4	6	4	**APROBADO (5)**
7		10	8,5	9	9,16	9,5	**SOBRESALIENTE (9,3)**
8		10	-	-	3,33	8,75	**APROBADO (6)**
9		10	7	7	8	5	**APROBADO (6,5)**
10		10	9,5	9,5	9,66	10	**SOBRESALIENTE (9,8)**
11		10	8,5	7,5	8,66	10	**SOBRESALIENTE (9,3)**
12		10	8	9	9	10	**SOBRESALIENTE (9,5)**
13		10	7	5	7,33	9,5	**NOTABLE (8,4)**
14		7,5 **(*)**	8	9,5	8,33	9	**NOTABLE (8,7)**
15		10	7,5	5	7,5	5,5	**APROBADO (6,5)**
16		10	7,5	7,5	8,33	8	**NOTABLE (8,2)**
17		10	9	8	9	10	**SOBRESALIENTE (9,5)**
18		10	5	5	6,66	5	**APROBADO (5,8)**
19		7,5 **(*)**	9	9	8,5	9	**NOTABLE (8,75)**
20		10	-	-	3,33	**NP**	**SUSPENSO (1,7)**
21		10	5	6	7	9,5	**NOTABLE (8,25)**
22		10	-	6,5	5,5	9	**NOTABLE (7,25)**
23		10	-	7	5,66	5,5	**APROBADO (5,6)**
24		10	8	8	8,66	8,5	**NOTABLE (8,6)**
25		10	9	8,5	9,16	8,5	**NOTABLE (8,8)**
26		10	8	7	8,33	9	**NOTABLE (8,7)**
27		10	6,5	6,5	7,66	9	**NOTABLE (8,3)**
28		10	6,5	6,5	7,66	7,25	**NOTABLE (7,5)**

(*): Alumnos que les falta el dibujo de aguas subterráneas.
NP: No presentado.

A: Actitud, comportamiento y participación en las actividades realizadas tanto en el aula como en el laboratorio (dibujo sobre aguas subterráneas, ficha sobre meteorización). De 0 a 10.
B: Tarea sobre meteorización, investigación en el exterior. De 0 a 10.
C: Tarea sobre modelado del relieve en las Islas Canarias. De 0 a 10.
D: Examen contenidos Temas 9 y 10. De 0 a 10.

A + B + C componen el 50% de la **NOTA FINAL,** a partes iguales.
D compone el otro 50% de la **NOTA FINAL.**

3ºC COLEGIO ECHEYDE CALIFICACIONES GEOLOGÍA TEMAS 9 Y 10

	ALUMNO	A	B	C	A+B+C	D	NOTA FINAL
1		10	8	8	8,66	6,75	**NOTABLE (7,7)**
2		-	-	-	-	**NP**	
3		-	-	-	-	**NP**	
4		10	9	8	9	9	**SOBRESALIENTE (9)**
5		10	-	-	3,33	6	**APROBADO(4,7) (2*)**
6		10	-	-	3,33	7,5	**APROBADO (5,4)**
7		10	-	-	3,33	5,25	**SUSPENSO (4,3)**
8		10	9	7	8,66	7	**NOTABLE (7,8)**
9		10	9	9	9,33	8	**NOTABLE (8,7)**
10		10	-	-	3,33	**NP**	**SUSPENSO (1,7)**
11		7,5 **(1*)**	-	-	2,5	4	**SUSPENSO (3,25)**
12		7,5 **(1*)**	-	-	2,5	3	**SUSPENSO (2,75)**
13		7,5 **(1*)**	-	-	2,5	4,5	**SUSPENSO (3,5)**
14		10	-	-	3,33	5	**SUSPENSO (4,2)**
15		10	-	-	3,33	8	**APROBADO (5,7)**
16		10	-	-	3,33	9	**APROBADO (6,2)**
17		10	-	-	3,33	**NP**	**SUSPENSO (1,7)**
18		10	-	-	3,33	6	**APROBADO(4,7) (2*)**
19		10	-	-	3,33	6	**APROBADO(4,7) (2*)**
20		7,5 **(1*)**	7	9	7,83	9,5	**NOTABLE (8,7)**
21		10	-	-	3,33	5,5	**SUSPENSO (4,4)**
22		10	9	7	8,66	6	**NOTABLE (7,3)**
23		10	-	-	3,33	**NP**	**SUSPENSO (1,7)**

(1*): Alumnos que les falta el dibujo de aguas subterráneas.
(2*): Los alumnos con nota final ≥ a 4,5 están aprobados.
NP: No presentado.

A: Actitud, comportamiento y participación en las actividades hechas en clase (dibujo sobre aguas subterráneas). De 0 a 10.
B: Tarea sobre meteorización, investigación en el exterior. De 0 a 10.
C: Tarea sobre modelado del relieve en las Islas Canarias. De 0 a 10.
D: Examen contenidos Temas 9 y 10. De 0 a 10.

A + B + C componen el 50% de la **NOTA FINAL,** a partes iguales.
D compone el otro 50% de la **NOTA FINAL.**

3ºD COLEGIO ECHEYDE CALIFICACIONES GEOLOGÍA TEMAS 9 Y 10

	ALUMNO	A	B	C	A+B+C	D	NOTA FINAL
1		10	6	9	8,33	9	**NOTABLE (8,7)**
2		10	-	-	3,33	6	**APROBADO (4,7) (2*)**
3		10	8	9	9	8	**NOTABLE (8,5)**
4		10	9	9	9,33	9	**SOBRESALIENTE (9,2)**
5		10	-	-	3,33	7,75	**APROBADO (5,5)**
6		10	6	6	7,33	9	**NOTABLE (8,2)**
7		10	8	8	8,66	9	**NOTABLE (8,8)**
8		10	9	9,5	9,5	9	**SOBRESALIENTE (9,25)**
9		10	7	7	8	5,75	**APROBADO (6,9)**
10		10	5	6	7	5,5	**APROBADO (6,25)**
11		7,5 **(1*)**	-	-	2,5	7,5	**APROBADO (5)**
12		10	9,5	9,5	9,66	9,5	**SOBRESALIENTE (9,6)**
13		7,5 **(1*)**	-	-	2,5	7,5	**APROBADO (5)**
14		10	9,5	9,5	9,66	9	**SOBRESALIENTE (9,3)**
15		10	-	-	3,33	6,5	**APROBADO (4,9) (2*)**
16		10	6,5	6,5	7,66	7,5	**NOTABLE (7,6)**
17		10	9	9,5	9,5	9	**SOBRESALIENTE (9,25)**
18		10	9	8	9	9	**SOBRESALIENTE (9)**
19		10	8	6	8	8	**NOTABLE (8)**
20		10	7	8	8,33	8,5	**NOTABLE (8,4)**
21		10	6	7	7,66	7,25	**NOTABLE (7,5)**
22		10	-	-	3,33	4	**SUSPENSO (3,7)**
23		-	-	-	-	**NP**	
24		10	-	-	3,33	6,5	**APROBADO (4,9) (2*)**
25		10	-	-	3,33	**NP**	**SUSPENSO (1,7)**
26		10	9	9	9,33	9,5	**SOBRESALIENTE (9,4)**
27		10	7,5	7,5	8,33	8,75	**NOTABLE (8,5)**

(1*): Les falta el dibujo de aguas subterráneas.
(2*): Los alumnos con nota final ≥ 4,5 están aprobados.
NP: No Presentado.

A: Actitud, comportamiento y participación en las actividades hechas en clase (dibujo sobre aguas subterráneas). De 0 a 10.
B: Tarea sobre meteorización, investigación en el exterior. De 0 a 10.
C: Tarea sobre modelado del relieve en las Islas Canarias. De 0 a 10.
D: Examen de contenidos, temas 9 y 10. De 0 a 10.

A + B + C componen el 50% de la **NOTA FINAL,** a partes iguales.
D compone el otro 50% de la **NOTA FINAL.**

Anexo 5. Ejemplos de tareas realizadas por los alumnos.

Anexo 5a. Sobre meteorización.

METEORIZACIÓN.-

FOTO:

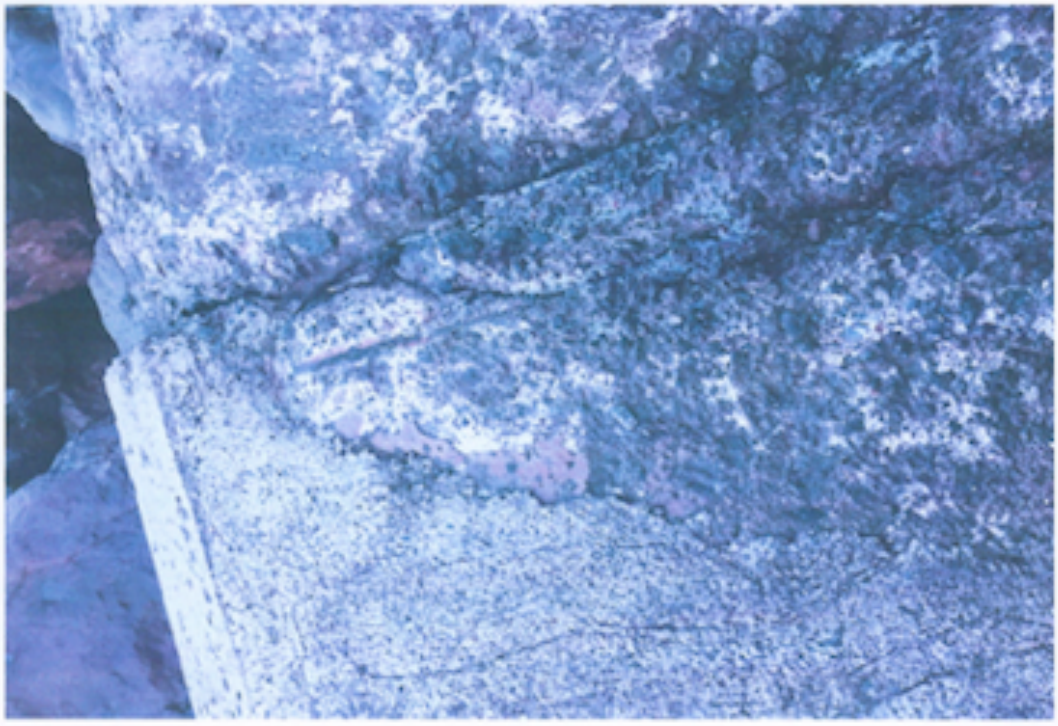
LOCALIZACIÓN:

Esta foto, la saqué en el Teide.

PROCESO:

Esto ocurrió, ya que el agua de la lluvia entró al interior de la piedra por una grieta. Una vez dentro, el agua se congeló por el frio, originando por la presión esta ruptura de la roca.

La meteorización.



Esta foto la saque en uno de los paseos marítimos en la que en la parte de la barandilla estaba así. Personalmente yo creo que la meteorización que ha actuado aquí es la química ya que está expuesta al salitre y como resultado de estar expuesta a tantas sales ha quedado así.

TRABAJO DE BIOLOGIA

Información

Localización de la foto:
La Laguna/La manzanilla

¿A qué tipo de meteorización pertenece?

Pertenece a la meteorización biológica ya que se dice que la meteorización biológica consiste en la ruptura de las rocas por la actividad de animales o plantas,en este lugar por actividad de las plantas, en la imagen anterior se puede apreciar como las raíces del árbol está levantando la acera haciendo que se agriete y al agrietarse se va rompiendo,también se va elevando hacia arriba ya que las raíces empujan hacia arriba

Anexo 5b. Sobre modelado del relieve.

EROSIÓN.-

LOCALIZACIÓN:

Esta foto es del Roque de Agando, en la Gomera.

PROCESO:

El agente meteorológico que ha causado a lo largo de los años la superficie del roque, ha sido el viento.

Saulo López Armas 3ºB

Biología

1º) Buscar una imagen de un paisaje erosionado de Canarias:

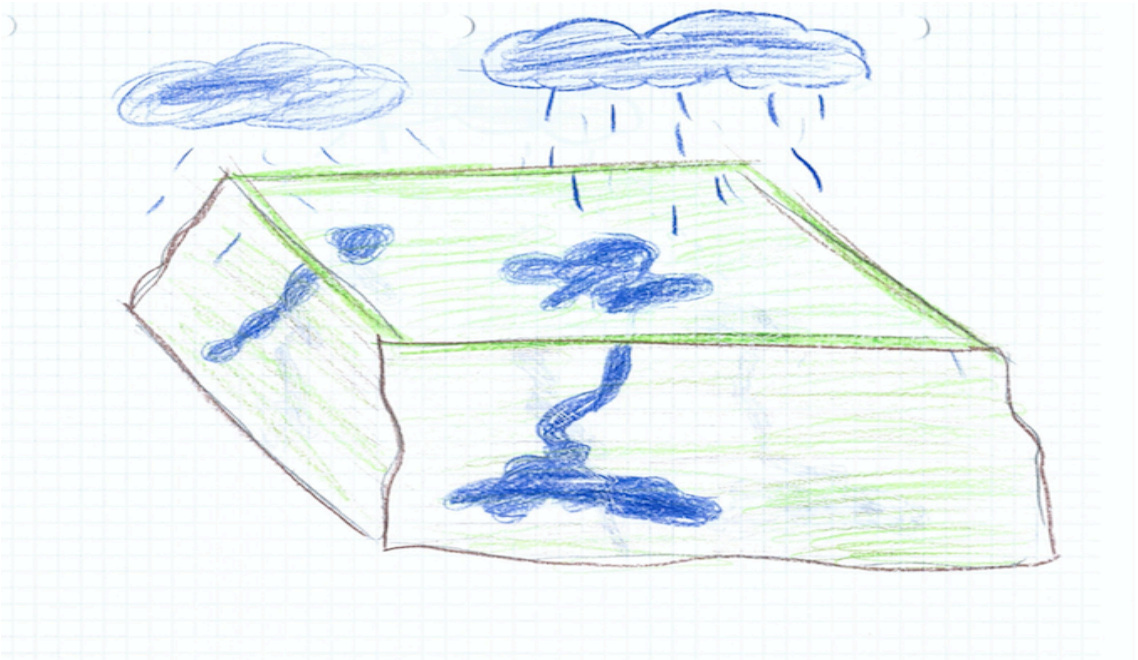
Paisaje erosionado. Playa Montaña Pelada Tenerife.

Esta montaña se formó debajo del mar. Constituido por una caldera de explosión que se creó al entrar en contacto el magma con aguas marinas superficiales, es una erupción hidromagmática, ha sufrido una erosión por los siguientes agentes geológicos: el sol, el agua del mar y sobre todo el viento. La arena y las piedras de esta playa son sedimentos debido a que han sido transportados de la zona donde provienen, hasta la costa que es su cuenca sedimentaria. Por otro lado este tipo de piedra, de material piroclastico, es muy débil y por lo tanto es muy fácil que se erosione.

Anexo 6. Ejemplos de dibujos sobre aguas subterráneas.

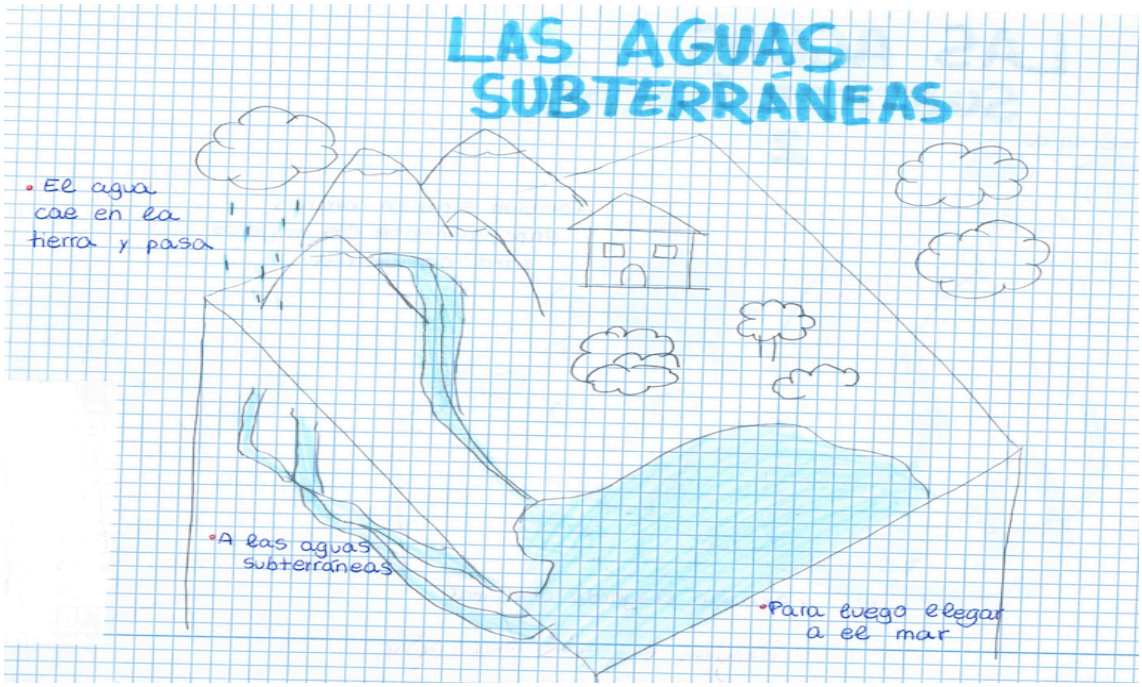
Anexo 6a. Dibujos iguales (antes y después de la explicación)

Antes



Después

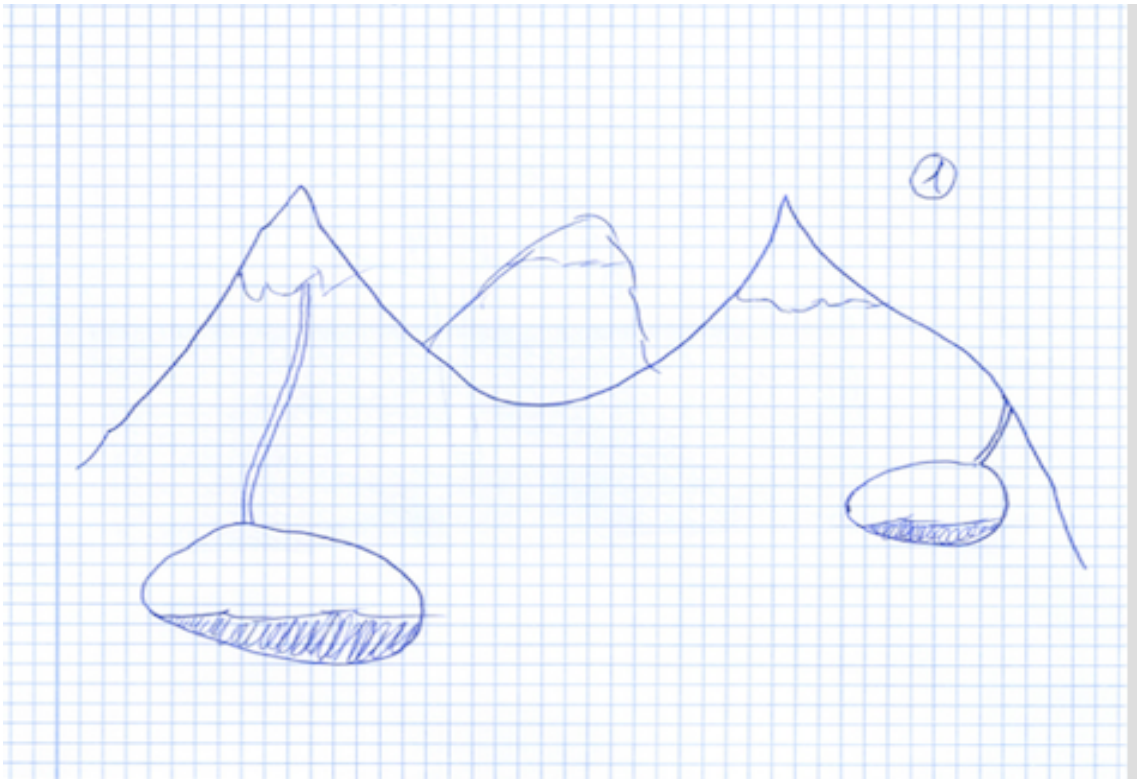
Antes.



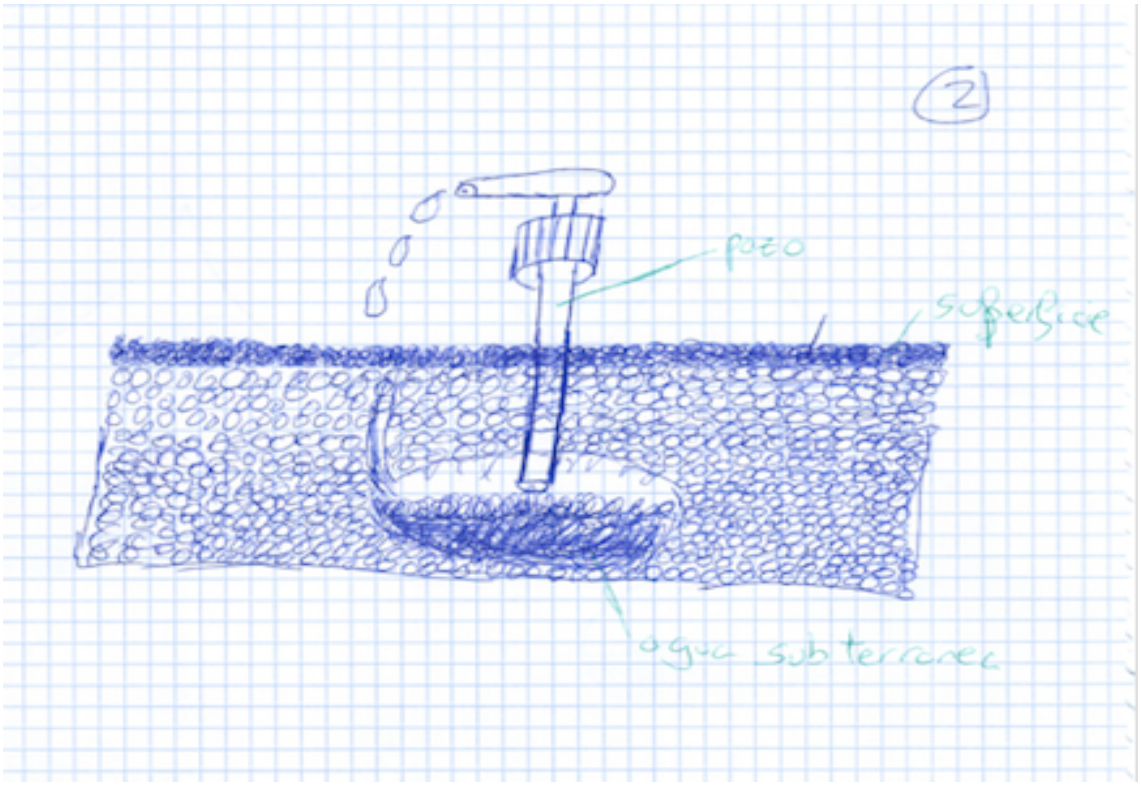
Después.

Anexo 6b. Dibujos mejorados tras la explicación.

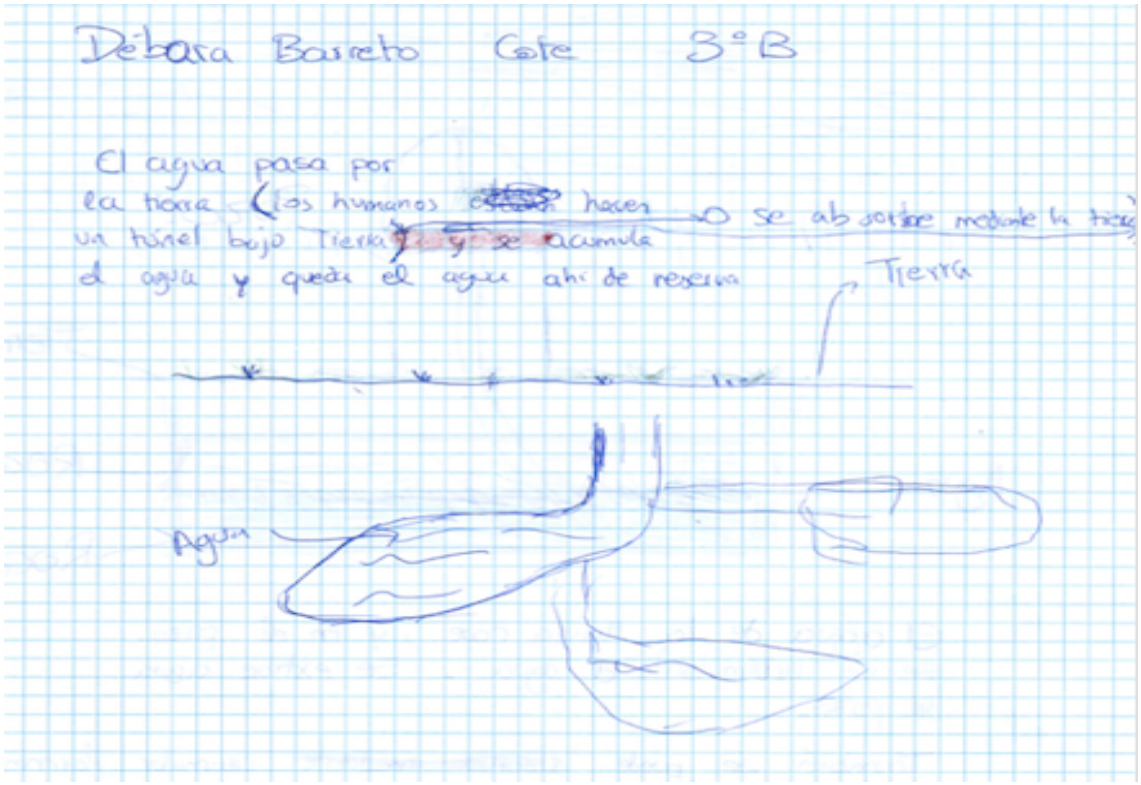
Antes.



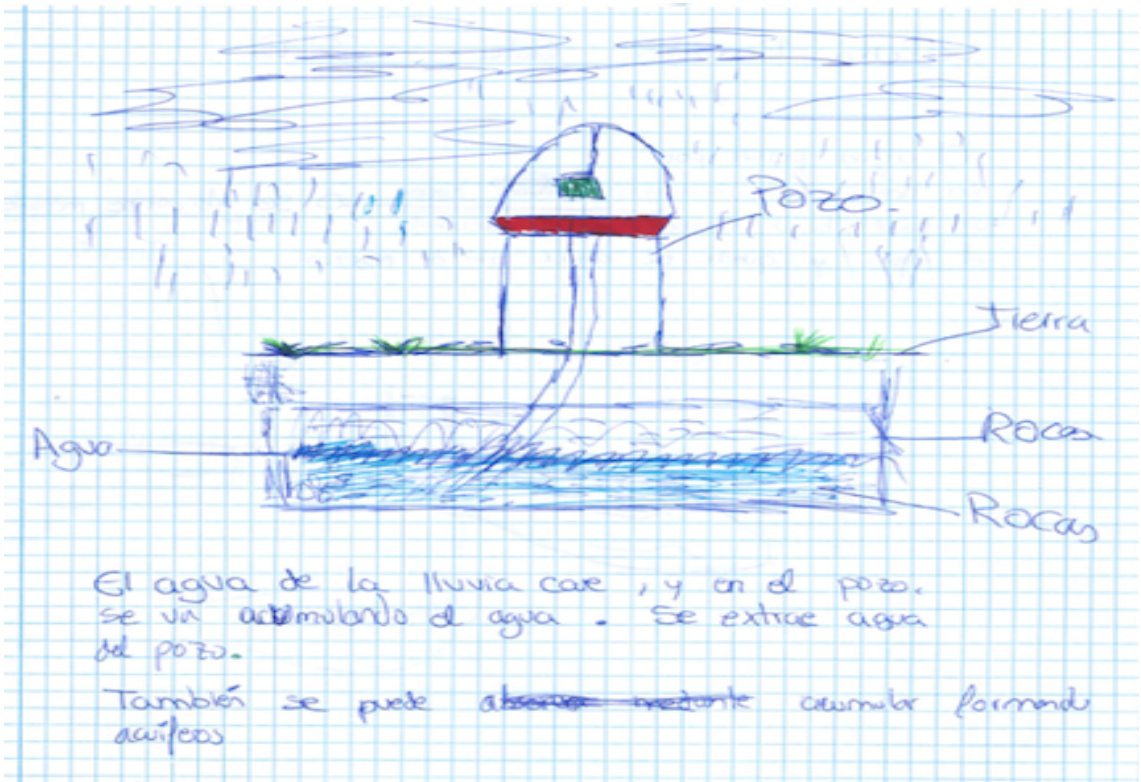
Después.



Antes.

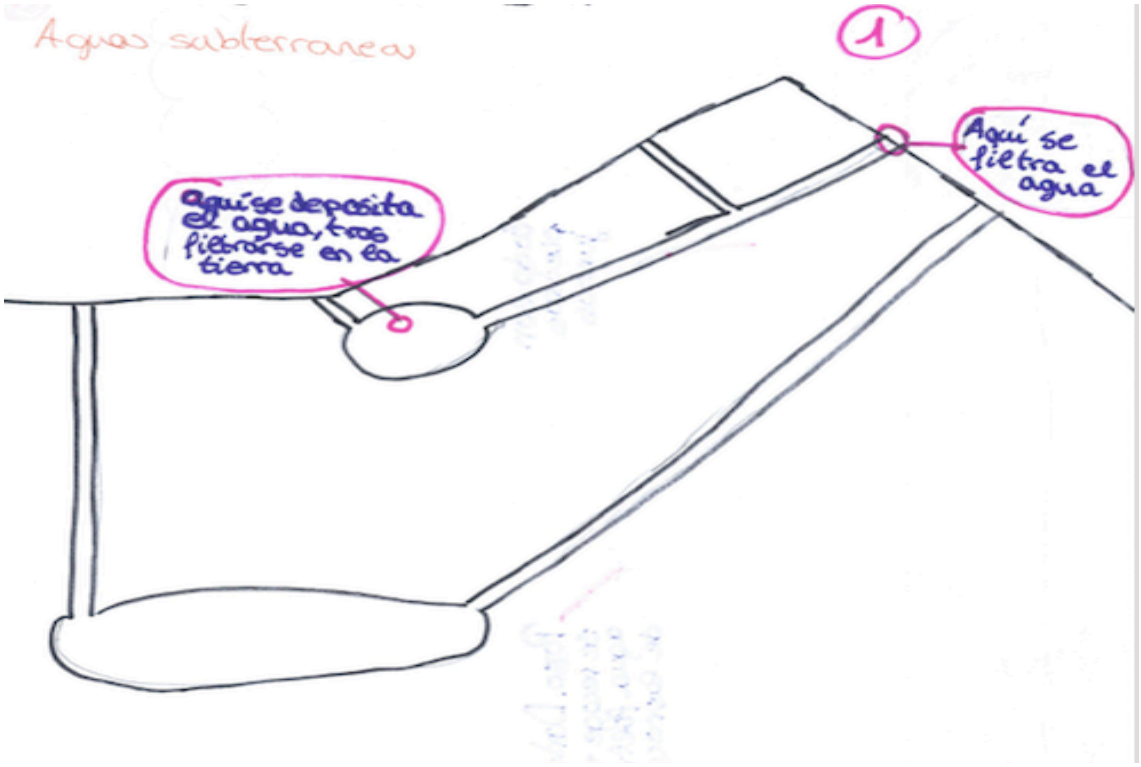


Después.

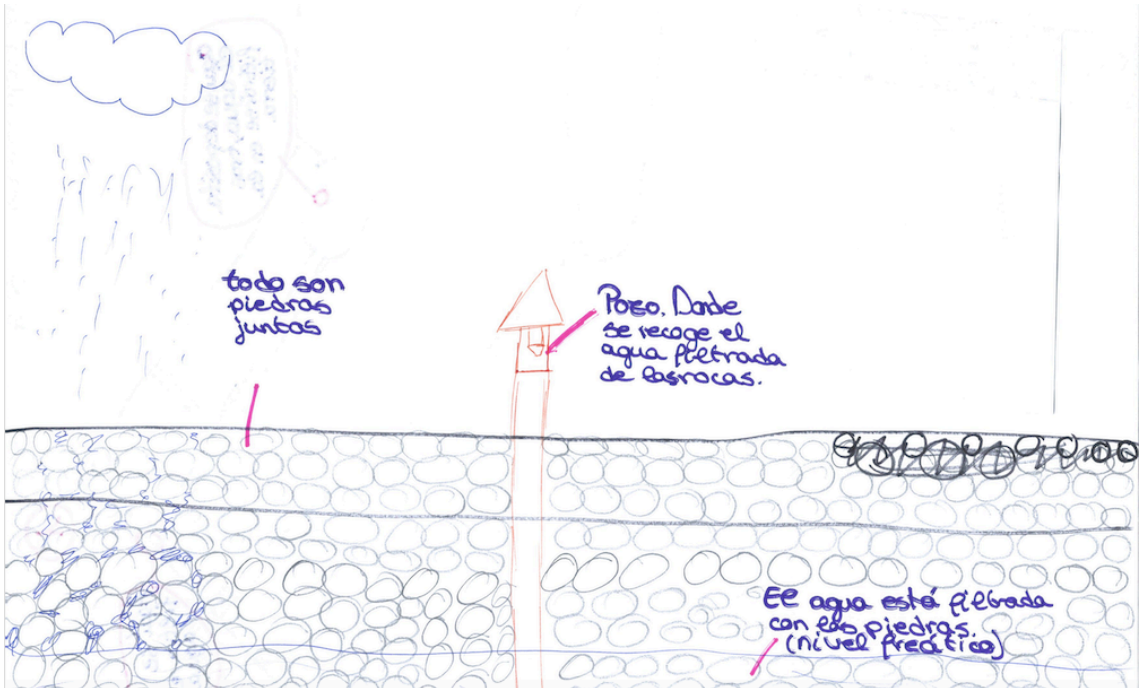


Anexo 6c. Dibujos muy mejorados.

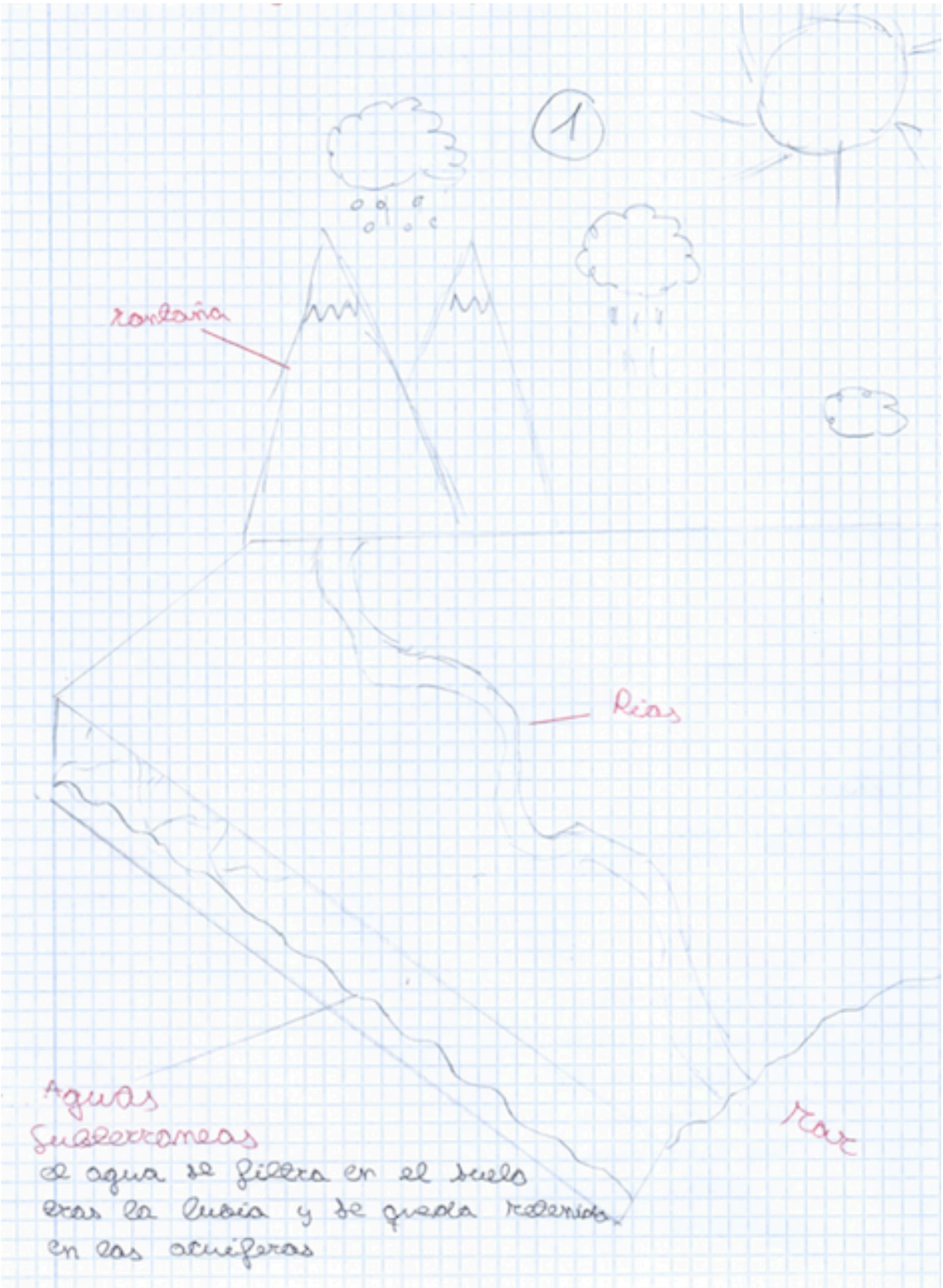
Antes.



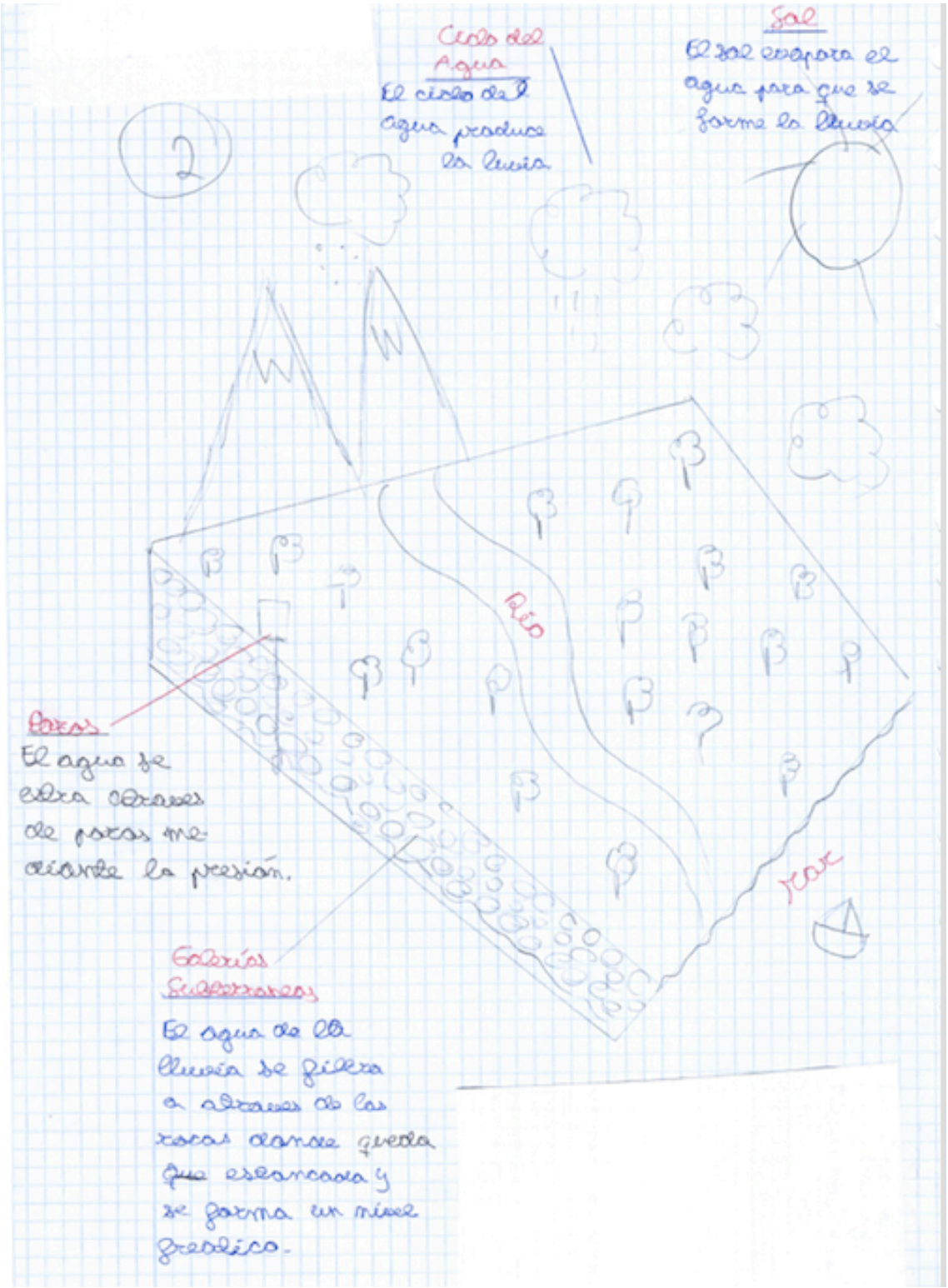
Después.



Antes.


1
montaña
Ríos
Aguas
Subterráneas
El agua se filtra en el suelo
eras la lluvia y se queda retenida
en las acuíferas
Mar

Después.


Ciclo del Agua
El ciclo del agua produce la lluvia
Sol
El sol evapora el agua para que se forme la lluvia
2
Río
Mar
Poros
El agua se extra atraves de poros mediante la presión.
Galerías Subterraneas
El agua de la lluvia se filtra a atraves de las rocas donde queda que estancada y se forma un nivel freatico.