



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

Trabajo Fin de Máster

DINÁMICA EXTERNA TERRESTRE

Alumno/a: García Mora, Nerea

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

Junio, 2020

ÍNDICE

RESUMEN	Página 1
ABSTRACT	Página 1
FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA	Página 2
1. Materia y tema elegido	Página 2
2. Justificación del tema	Página 2
3. Desarrollo y definición de los conceptos con rigor científico	Página 3
3.1. Meteorización	Página 3
3.2. Erosión	Página 6
3.3. Transporte	Página 7
3.4. Sedimentación. Las rocas sedimentarias	Página 8
3.5. Los Agentes Geológicos Externos	Página 10
3.5.1. Viento	Página 10
3.5.2. Agua	Página 10
3.5.2.1. Aguas superficiales	Página 10
3.5.2.2. Aguas subterráneas	Página 20
3.5.2.3. Hielo	Página 22
3.5.2.4. Aguas marinas	Página 24
4. Antecedentes y estado de la cuestión	Página 35
4.1. Sobre el tema a trabajar	Página 35
4.2. Sobre las técnicas educativas empleadas	Página 37
5. Establecimiento de objetivos	Página 46
6. Utilidad práctica del tema	Página 46
PROYECCIÓN DIDÁCTICA	Página 47
7. Legislación educativa de referencia	Página 47
8. Contextualización del centro escolar	Página 47
9. Contextualización del aula. Aspectos psicológicos y pedagógicos del alumnado	Página 48

10. Elementos curriculares básicos	Página 51
10.1. Competencias básicas	Página 51
10.2. Objetivos	Página 52
10.2.1. Objetivos de etapa	Página 52
10.2.2. Objetivos de materia	Página 53
10.2.3. Objetivos específicos	Página 55
10.3. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje	Página 55
10.4. Metodología	Página 58
10.4.1. Temporalización	Página 60
10.4.2. Materiales	Página 63
10.5. Evaluación	Página 64
10.5.1. Alumnos pendientes	Página 70
11. Elementos curriculares complementarios	Página 70
11.1. Medidas de adaptación	Página 70
11.2. Transversalidad y trabajo interdisciplinar	Página 72
12. Innovación docente	Página 73
BIBLIOGRAFÍA	Página 74
ANEXOS	Página 81

RESUMEN

El presente trabajo consiste en la elaboración de una unidad didáctica para la asignatura de Biología y Geología de 3º ESO. En ella se pretende que el alumnado conozca los procesos de la dinámica externa terrestre y los distintos agentes geológicos, así como la implicación del ser humano en el modelado del relieve. Se trabaja mediante aprendizaje cooperativo, de modo que el estudiante es protagonista de su aprendizaje y responsable del alcance de la meta común del equipo. Los alumnos emplean las TIC para la redacción en equipo de un documento escrito y también realizan un experimento en clase para acercar la geología a una escala abarcable.

Palabras clave: Geología, Dinámica externa terrestre, Agentes Geológicos externos, Aprendizaje Cooperativo (AC), Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), Experimento

ABSTRACT

The present essay consists of the elaboration of a didactic unit for the subject of Biology and Geology of the 3rd ESO. It is expected that the student body knows the processes of the terrestrial external dynamics and the different geological agents, as well as the involvement of the human being in the relief modelling. We work through cooperative learning, so that the student is the protagonist of their learning and responsible of achieving the common goal of the group. The students use ICT to write a document as a team and also carry out an experiment in class to bring geology closer to a comprehensible scale.

Key words: Geology, Terrestrial external dynamics, External geological agents, Cooperative Learning (CL), Information and Communications Technology (ICT), Experiment

FUNDAMENTACION EPISTEMOLOGICA

1.- MATERIA Y TEMA ELEGIDO

El tema elegido es la *Dinámica externa terrestre: erosión de los materiales, transporte y sedimentación*. Este tema forma parte del temario de Biología y Geología que se cursa en el tercer año de la Educación Secundaria Obligatoria.

2.- JUSTIFICACION DEL TEMA

La ciencia es la disciplina que estudia cualitativa y cuantitativamente la naturaleza del mundo. Los científicos tratan de comprender y describir el orden del universo y contestar a preguntas sobre qué, cuándo, por qué, dónde, cómo... El desarrollo de la ciencia y de la tecnología ha contribuido a la transformación y el desarrollo de la sociedad actual. La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias experimentales deben analizarse en el contexto de la creciente demanda que existe sobre la cultura científica, la expansión del conocimiento y su aplicación en otros campos del saber.

En un sentido restringido, la geología centra su estudio en el dominio de la corteza terrestre, pero dada la gran diversidad de disciplinas que abarca es más oportuno preferir la denominación *ciencias geológicas* a la tradicional de geología. Entre las más importantes destacan: la cristalografía, la paleontología y la geología aplicada (geología de yacimientos minerales, geología del petróleo y otros recursos energéticos — carbón y gas natural —, hidrogeología, geotecnia, geología ambiental — ordenación del territorio —, entre otras...). En definitiva, la geología es una ciencia viva de notable importancia en la actualidad.

La metodología de la geología se basa en el principio del Uniformitarismo (Uniformidad de los procesos y Uniformidad de las tasas a las que estos actúan), enunciado por Charles Lyell en su obra fundamental *Principios de geología* (1830-1833). Según dicho principio, los procesos geológicos se han desarrollado siempre esencialmente como en la actualidad; este hecho es clave para interpretar los fenómenos geológicos pasados. Desde 1969, la geología ha ampliado sus fronteras: el estudio directo de los materiales rocosos de la Luna o la fotogeología y la cartografía geológica de nuestro satélite artificial... La mejora de la resolución de la fotografía con distintas técnicas muy avanzadas ha permitido el nacimiento de una nueva Ciencia Geológica: la Geoplanetología. Todo esto son solo ejemplos de las ambiciosas aspiraciones y temas de interés científico que trabajan los geólogos.

3.- DESARROLLO Y DEFINICIÓN DE LOS CONCEPTOS CON RIGOR CIENTIFICO

La superficie terrestre cambia continuamente. Los agentes geológicos externos transforman y esculpen el paisaje físico de la Tierra. Al observador puede parecerle que la superficie de la Tierra es inalterable, y hasta hace 400 años la mayoría de la gente creía que las montañas, los lagos y los desiertos eran rasgos permanentes de la Tierra. Hoy día se sabe que la Tierra es un ente muy dinámico, en constante cambio, por procesos internos y externos.

Los procesos externos se estudian en cuatro grandes bloques: meteorización (fragmentación física y alteración química de las rocas de la superficie terrestre), la erosión (eliminación física de material por agentes dinámicos como el agua o el viento) y los procesos gravitacionales, que son el transporte y la sedimentación de materiales. No obstante, debe comprenderse la acción simultánea y estrechamente relacionada de todos los procesos geológicos.

3.1. METEORIZACIÓN

Los agentes atmosféricos y algunos organismos atacan las rocas de la superficie terrestre y las trocean y disgregan. La velocidad de meteorización de la roca depende de numerosos factores, como las características de la roca y el clima. Se pueden diferenciar tres tipos de meteorización: física, química y biológica. Aunque se consideran los procesos por separado, debe tenerse en cuenta que en la naturaleza actúan a la vez.

1. Meteorización física

También conocida como meteorización mecánica. Es aquella que se lleva a cabo por fuerzas físicas que rompen la roca en trozos cada vez más pequeños, sin alterar la composición mineral de la roca. La ruptura de la roca supone un aumento del área superficial disponible para el ataque químico; es decir, se facilita la meteorización química.

Son diversos los procesos que pueden afectar a las rocas; algunos de los más importantes son:

- Gelifracción o gelivación: es la consecuencia del proceso hielo-deshielo. Está restringida, por tanto, en regímenes climáticos fríos, donde las temperaturas oscilan por encima y por debajo de 0°C con una periodicidad diaria o estacional. Es el resultado de la congelación del agua al introducirse en las diaclasas y porosidades de la roca. Debido a la propiedad única del agua de aumentar su volumen un 9% cuando se congela, esta puede producir presiones

de hasta 2000 kg/cm^2 en las fisuras de las rocas. En la siguiente fusión de hielo, el agua puede introducirse más profundamente en las diaclasas. Este proceso agranda las fisuras y disloca y fractura la roca. Por ello también se denomina a este proceso “rotura por cuñas de hielo”.

Para comprender la magnitud de la presión ejercida por el hielo se puede comparar con la resistencia de los suelos de los bloques de pisos donde vivimos (normalmente resisten unos 600 kg/m^2); si en 1 m^2 hay $10\,000 \text{ cm}^2$, sobre 1 m^2 de un piso se ejercería una presión de $2000 \times 10000 = 20.000.000 \text{ kg}$. El piso se echaría abajo estruendosamente.

La acción de las cuñas de hielo es más notable en las zonas montañosas donde suele existir un ciclo diario de congelación-deshielo. Los canchales, cúmulos de fragmentos rocosos en las vertientes, son consecuencia de la gelivación.

- Expansión térmica: el ciclo diario de temperatura puede meteorizar las rocas. Este fenómeno se produce más acusadamente en los desiertos cálidos, donde existe una amplia oscilación térmica (entre el día y la noche pueden fluctuar valores superiores a 50°C). La sequedad ambiental permite que durante el día el calor del sol no se pierda en calentar la humedad de la atmósfera, de modo que las rocas alcanzan una gran temperatura, se calientan y se dilatan y, durante la noche, las temperaturas bajan ostensiblemente al no existir reserva atmosférica de calor, y así las rocas se enfrían y se contraen. Además, la ausencia de vegetación permite que los rayos solares incidan directamente sobre las rocas. La repetición del proceso lleva a la disgregación de la roca. Esta meteorización es más activa sobre rocas formadas por diferentes minerales, pues cada uno tiene coeficientes de dilatación distintos. Como resultado de la meteorización térmica puede producirse una desintegración granular, en la que se forma arena porque los granos de los diferentes minerales van quedando sueltos, o una descamación, que consiste en que de la roca se desprenden láminas o capas curvadas en bloques aislados.

2. Meteorización química

Consiste en la transformación química de la roca en uno o más compuestos nuevos. El agua siempre actúa como vehículo que propicia las reacciones. Los principales procesos de meteorización química son:

- La oxidación consiste en la combinación del oxígeno atmosférico (disuelto en el agua) con los minerales de la roca, formando óxidos e hidróxidos. Los minerales más fácilmente atacables son los que contienen hierro y manganeso, como el

olivino o el piroxeno. El óxido férrico da tonalidad marrón-rojiza en los hematites (Fe_2O_3) o amarillento en la limonita [$\text{FeO}(\text{OH})$]. Sin embargo, la oxidación solo puede producirse cuando se libera el hierro del mineral por otro proceso químico denominado hidrólisis.

- La hidrólisis es el ataque de los componentes de la roca por los iones H^+ y OH^- del agua. Los minerales hidrolizables contienen en su composición elementos solubles en estado de cationes. Por ello, cuando entran en contacto con el agua, pierden estos cationes, que contribuyen en la estabilidad estructural y química del mineral, y el mineral se descompone. Los restos que quedan aprovechan los iones H^+ y grupos OH^- para recomponerse. Entre este tipo de cationes se encuentran el K^+ , Na^+ , Ca^{++} , Ba^{++} , que son justamente los cationes que entran en la red de los feldespatos para mantener unidos los tetraedros de SiO_4^{4-} y AlO_4^{3-} . Este fenómeno es responsable, por ejemplo, de la transformación de los feldespatos en arcillas. Los feldespatos son los minerales más abundantes de la Tierra, de ahí la importancia de la hidrólisis como proceso de meteorización.
- La disolución actúa con diferente intensidad según la solubilidad de los minerales. Uno de los minerales más solubles es la halita, compuesta por iones sodio y cloro. Aunque la mayoría de los minerales son, a efectos prácticos, insolubles en agua pura; no obstante, la presencia de una pequeña cantidad de ácido aumenta de manera notable la fuerza corrosiva del agua. Este proceso de meteorización química es de capital importancia cuando tenemos afloramientos calcáreos. En rocas como las calizas, no se trata de una disolución sino de una verdadera reacción química. Hay un equilibrio químico que está continuamente funcionando en estos parajes calcáreos; en una parte del equilibrio encontramos carbonato cálcico (calcita o aragonito) + agua + dióxido de carbono, y en la otra, bicarbonato cálcico + agua. La presión parcial del CO_2 controla el equilibrio y determina hacia donde se desplaza, bien disolviendo carbonato por la vía de su transformación en bicarbonato de calcio, o bien, si la cantidad de CO_2 en agua es alta (alta Pp), descomponiendo el bicarbonato para dar carbonato cálcico y CO_2 (figura 1). Esto es lo que determina la enorme movilidad del carbonato cálcico en la cobertera sedimentaria. Se puede generar una cueva por disolución y a renglón seguido rellenarse con grandes espeleotemas, estalactitas y estalagmitas, entre otros depósitos minerales secundarios.

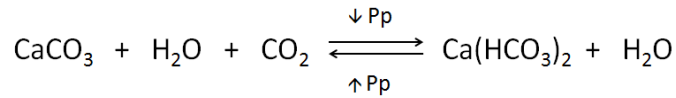


Figura 1. Equilibrio químico del carbonato cálcico y el bicarbonato de calcio

3. Meteorización biológica.

Es la producida por microorganismos, animales o vegetales. Algunos moluscos, como los dátilos de mar, entre otros muchos, perforan por procesos químicos y mecánicos las rocas calcáreas, debilitándolas ante el ataque mecánico del oleaje y de otros factores. Los animales excavadores descomponen la roca desplazando material fresco hacia la superficie, donde los procesos físicos y químicos pueden actuar con más efectividad.

Los líquenes y los musgos que cubren algunas rocas mantienen la humedad y facilitan la meteorización química. La labor de las raíces de las plantas es ampliamente conocida; se introducen en las grietas de las rocas en busca de nutrientes y agua, y al engrosar ejercen presión, con la consiguiente acción mecánica de dislocación. Además, cuando las plantas respiran por las raíces desprenden CO₂. Este proceso de respiración de las plantas contribuye a crear ambientes ricos en dióxido de carbono, favorables para la disolución de los carbonatos.

En la actualidad existen diversas acciones humanas, como la deforestación, la búsqueda de minerales o la construcción de carreteras, que propician que se produzca la meteorización. Nuestra forma de vida, la explotación de recursos energéticos, la contaminación atmosférica y la consecuente lluvia ácida... hace que el efecto del hombre en el modelado del relieve sea particularmente notable.

3.2. EROSION

La erosión es el proceso de desgaste que determina cambios en la topografía de la superficie terrestre, originado por los agentes geológicos externos. Bajo el término erosión se recoge a todos aquellos procesos que tienden a destruir las rocas y a la vez proceden al acarreo de los detritus generados por los mismos. Para que tenga lugar la morfogénesis, es decir, la modificación y modelado de las formas terrestres, además del agente erosivo, es necesaria la presencia de un agente de transporte que lleve los fragmentos hasta el lugar donde estos se acumulan o sedimentan.

La meteorización deja *in situ* los detritos resultantes de su acción, por ejemplo, la gelifración rompe las rocas y se generan los canchales en las faldas de las montañas, pero el transporte de los cantos o bloques generados por gelifración se realiza por

gravedad (es un transporte gravitatorio, no es debido al agente de meteorización). La erosión arranca y transporta el detritus que obtiene de los materiales.

La erosión produce un desgaste continuo de la superficie terrestre. Hay diversos tipos en función del agente geológico que la produzca; encontramos así erosión eólica, fluvial, glacial y la erosión asociada al transporte gravitatorio.

3.3. TRANSPORTE

Los materiales disgregados por la meteorización y erosión son transportados en un período más o menos inmediato. El agente que produce el transporte depende del clima, pues de este dependerá la presencia de torrentes y ríos, o glaciares, o que se trate de un área desértica donde domina la acción del viento; pero, excepto el viento, todos tienen su última causa en la fuerza gravitatoria.

Cuantitativamente, sorprende la cantidad de sedimentos que son acarreados anualmente desde los continentes a los océanos por los distintos procesos de transporte. La cifra asciende a 26×10^8 Tm de sedimentos; veintiséis mil millones de toneladas métricas cada año. Corresponde a dos mil seiscientos millones de camiones de 10 Tm de carga. Si asumimos la longitud de cada camión de 10 Tm de carga en unos 7 metros, tendríamos $2.600.000.000 \times 7 \text{ m} = 18.200.000.000 \text{ m} = 18.200.000 \text{ Km}$. Como la longitud de la circunferencia terrestre es de 40.000 km, le daríamos 455 vueltas a la Tierra poniendo los camiones pegados uno tras otro.

El tamaño máximo de los materiales que puede llevar un agente de transporte se llama competencia; así, la máxima competencia la poseen los glaciares, con capacidad de arrastrar bloques inmensos y, por el contrario, el viento tiene una competencia mínima y sólo puede llevar partículas pequeñas.

Las formas más frecuentes de transporte, en cuanto a partículas sólidas, son: la reptación, que es un movimiento típicamente gravitatorio y que consiste en que los materiales sean arrastrados sin despegarse del suelo; y los transportes producidos en un medio fluido (generalmente agua, pero también el viento, el cual, en condiciones excepcionales, puede llegar a producir movimiento de cantos, incluso de gran tamaño, como es el caso de las rocas del Valle de la Muerte). Las formas típicas de transporte en medio fluido son el arrastre, la saltación (transporte a saltos) y la suspensión, que se realiza con partículas de escaso tamaño que viajan distancias largas en el seno de un fluido (aire o agua) sin tocar el suelo. Además, se encuentra el transporte en estado disuelto en un fluido.

El agua de los ríos y los torrentes también transporta materiales en disolución. Cada agente de transporte tiene características propias, que permiten, estudiando el sedimento o la roca sedimentaria, deducir qué mecanismo hizo llegar los materiales

hasta la cuenca sedimentaria (se obtiene la información necesaria observando el tamaño máximo, el grado de rodadura, la disposición de las partículas, etcétera).

3.4. SEDIMENTACIÓN. LAS ROCAS SEDIMENTARIAS

Los materiales erosionados pueden ser transportados mientras existan zonas de menos energía potencial y el agente de transporte tenga suficiente energía; como las zonas más deprimidas del planeta son los mares y los océanos, estos son los lugares donde se acumulan mayoritariamente.

Los medios sedimentarios se clasifican generalmente en continentales, de transición y marinos. Donde más sedimentación se produce es en los medios marinos, pero aún así, los medios continentales y de transición pueden ser muy importantes localmente. Por ejemplo, China tiene enormes sucesiones de depósitos continentales.

Los medios continentales se clasifican en subacuáticos y subaéreos. Los medios subacuáticos son los medios fluviales y lacustres. Los medios subaéreos son los desiertos y los glaciales; los depósitos que se forman en ellos originan estructuras características como las hamadas o los *ergs* en los desiertos y las morrenas o las *varves* en los glaciales.

Los medios de transición son cinco: los medios deltaicos, los playeros, los estuarinos, las albuferas y las llanuras de mareas. Los medios marinos también son cuatro: las plataformas continentales, los taludes continentales, los bordes precontinentales y los medios abisales.

La deposición de los materiales (sedimentos) recibe el nombre de sedimentación. La sedimentación de los materiales arrancados por meteorización o erosión o bien de partes esqueléticas de organismos, como los marinos, forma cúmulos que, tras sufrir diversos procesos (compactación, diagénesis, sedimentación), originan rocas sedimentarias. Del estudio del sedimento se obtiene información sobre la magnitud del transporte, es decir, de si ha sido corto o prolongado. Un transporte largo redondea y selecciona los granos. Un sedimento formado por granos redondeados y de tamaño parejo es textualmente maduro. Además, cuando el transporte es largo, es lógico que sólo perduren los minerales resistentes al ataque químico, fundamentalmente el cuarzo. Por lo tanto, la madurez composicional será mayor cuanto más alto sea el porcentaje de minerales resistentes.

Generalmente, el sedimento se litifica en roca sedimentaria mediante los procesos de compactación y cementación. Encontramos tres tipos: detríticas, físico-químicas y biogénicas.

Aquellas que se forman a partir de partículas que mantienen su integridad durante el transporte son las detríticas, como por ejemplo, la lutita, la arenisca y los conglomerados.

Las de origen fisicoquímico son las que se forman por precipitación de sustancias que se encontraban en disolución; como ejemplo de sedimentos químicos que generan las evaporitas (rocas formadas por la evaporación del disolvente, agua, de lagos o mares someros y salinos) como la sal de roca (halita) o la trona. La trona, carbonato de sodio, es un recurso mineral muy apreciado por su aplicación en la industria pues, calcinada en horno, sirve para la fabricación de papel, jabón y cristal. Se deposita por precipitación química en lagos salinos y yacimientos fluviales.

El tercer grupo de rocas sedimentarias, las biogénicas, son aquellas en las que en su formación intervienen de forma directa diversos organismos. Si bien no es exclusiva de los organismos marinos de los océanos, es principalmente en esas cuencas donde se depositan. Este grupo abarca, desde las que se originan por acumulación de organismos en posición de vida (calizas arrecifales, algunas lumaquelas, etc.) o que han sufrido un transporte mínimo tras su muerte (diatomitas), hasta aquellas en cuya formación interviene la precipitación de sustancias en disolución favorecida por la actividad orgánica (por ejemplo, tobas calcáreas, formadas por la precipitación de CaCO_3 propiciada por la fotosíntesis; no obstante, considerando la importancia que el proceso de precipitación química tiene en la formación de las tobas, aquí se incluyen en el grupo de las de precipitación química).

Las calizas son muy abundantes en el planeta. Están formadas por placas y partes esqueléticas del plancton marino y, en ambientes someros, también con el concurso de algas microscópicas. Son uno de los mejores ejemplos de interacción de atmósfera, hidrosfera, biosfera y litosfera, es decir, de las cuatro capas externas de la Tierra (el Sistema Tierra). Las etapas cálidas suelen coincidir con un enriquecimiento de CO_2 en la atmósfera y temperaturas más elevadas. La atmósfera se va liberando del CO_2 pasándosele al océano. La temperatura más cálida y la disponibilidad de CO_2 favorece la proliferación de organismos de esqueleto o concha calcárea, muchos de los cuales forman parte del plancton marino, con ciclos de vida de alguna/s semana/s. El resultado es que en el océano se va a dar una lluvia continua de plaquitas o conchitas calcáreas que va a constituir la mayor parte del sedimento. Una vez enterrado, compactado y cementado, se va a transformar en una roca sedimentaria: en una caliza. Las calizas son los mayores reservorios de carbono que hay en el planeta Tierra. Si pensamos que el enriquecimiento en CO_2 de la atmósfera se debió muy posiblemente a algún o algunos eventos volcánicos, como ha ocurrido repetidamente a lo largo de la Historia de la Tierra, esa interacción interesa también al conjunto de la geosfera.

3.5. LOS AGENTES GEOLOGICOS EXTERNOS

A continuación se sintetiza la acción geológica de varios agentes geológicos externos y las formaciones más características que producen en el paisaje terrestre.

3.5.1. Viento

El viento es el agente geológico de menor competencia. No obstante, tiene una acción importante sobre todo en los desiertos cálidos, donde las precipitaciones son estrictamente bajas y, por consecuencia directa, hay una gran escasez de vegetación. En los desiertos los vientos son frecuentes e impetuosos, en direcciones predominantes, y se deben a que el aire próximo al suelo se calienta y eleva, provocando que nuevas capas de aire se desplacen para ocupar su lugar. A veces, el viento eleva nubes de polvo que arrastra sobre la superficie de arena.

El viento por sí mismo no posee ninguna capacidad de erosión; sin embargo, cargado de arena actúa como un abrasivo. Con respecto al transporte de materiales, dada su baja competencia, el viento solo transporta a grandes distancias las partículas más pequeñas.

El proceso de sedimentación eólica es complejo. Existen diversos tipos de depósitos de materiales dejados por el viento. No obstante, el tipo de acumulación de mayor interés y más conocido son las dunas, que no solo son propias de los desiertos de arena sino que también se encuentran en las llanuras costeras.

3.5.2. Agua

Se clasifican para su estudio en aguas superficiales, aguas subterráneas, hielo y aguas marinas.

3.5.2.1. Aguas superficiales

Se ha calculado que cada año la atmósfera vierte sobre los continentes alrededor de 100 000 km³ de agua. La porción de agua de las precipitaciones que no se filtra ni se evapora discurre por la superficie del terreno sin encauzar; progresivamente se forma una red de pequeños cursos más estables que, al unirse, dan lugar a otros mayores, para formar finalmente un único cauce. Esta agua, que se trata de las aguas de escorrentía, realiza una importante labor geológica.

En los primeros momentos de las precipitaciones, la capacidad del suelo para filtrar agua es máxima, aun dependiendo de las características de los materiales (abundancia y naturaleza de los poros, grietas, etc.) y de su sequedad. Por lo tanto, es posible que no se produzca flujo superficial, pero si la lluvia se prolonga, los poros se van cerrando por el impacto de las gotas y además se van quedando saturados de agua. Esto hace que la porción de agua que no puede ser evacuada hacia el interior discurra por la superficie. También las aguas de escorrentía pueden proceder del afloramiento de aguas subterráneas en los lugares en que el nivel freático llega a la superficie.

Se distingue entre las Aguas salvajes o de arroyada y las Aguas Encauzadas. Este apartado comienza con la explicación de las aguas salvajes y continúa con las aguas encauzadas. Las aguas encauzadas son los torrentes (ramblas) y ríos; la principal diferencia entre los torrentes y los ríos es la continuidad del caudal. Los torrentes son cursos discontinuos de agua. Se distingue entre torrente y rambla en función a si tienen caudal estacional (son los torrentes de montaña o torrentes propiamente dichos) o a si tienen caudal esporádico (son las ramblas). El otro tipo de agua encauzada son los ríos. Los ríos tienen caudal continuo, y por la forma de su trazado se distingue entre ríos Anastomosados o Trenzados, Rectilíneos y Meandriformes.

Las aguas de escorrentía que discurren sin encauzar o formando hilillos o cauces poco importantes reciben el nombre de arroyada. La arroyada puede ser difusa o concentrada. En los terrenos desprovistos de vegetación y con precipitaciones fuertes y esporádicas, el agua se desliza formando una fina película que cubre toda la superficie y arrastra uniformemente los materiales. En las pendientes protegidas por hierba, forma hilillos imperceptibles que se separan y entrecruzan sorteando los tallos de las plantas. En los bosques, donde la superficie del suelo está cubierta por hojas secas y otros restos vegetales, el agua avanza oculta bajo esa cobertera. Lógicamente, todas estas formas de arroyada arrastran solo pequeñas partículas, a pesar de lo cual, el efecto erosivo que ocasionan sigue siendo importante.

La arroyada concentrada es responsable del abarrancamiento progresivo que se produce sobre materiales blandos e impermeables, como las arcillas y margas, en las pendientes acusadas y desprovistas de vegetación; son las cárcavas que frecuentemente se originan en climas áridos. La forma de erosión típica produce los *Bad-lands*, que es el nombre con el que denomina al paisaje caracterizado por muchas cárcavas (Figura 2). El abarrancamiento y la consiguiente inutilización del terreno, en muchos casos son consecuencia de la deforestación.



Figura 2. Parque Nacional *Badlands*, localizado al suroeste del estado de Dakota del Sur (EEUU).
(Imagen obtenida de National Geographic, s.f.).

El efecto más significativo en cuanto a desplazamiento de partículas por las aguas de arroyada se produce en las laderas, donde la arroyada difusa arrastra pequeñas partículas hasta los cursos fluviales, que las recogen y transportan. Además de la arroyada difusa, otros procesos desplazan partículas desde las zonas más elevadas hasta los valles; a todos se les llama fenómenos de ladera.

La reptación resulta del aumento de volumen y contracción que el suelo sufre cada año. En invierno, las partículas ascienden perpendicularmente a la superficie al empaparse el suelo de agua, y en verano, al desecarse, descienden verticalmente. El resultado es un pequeño desplazamiento hacia el valle.

Los impactos de las gotas de lluvia sobre las superficies desprovistas de vegetación provocan saltos de las partículas de hasta un metro.

Conforme descienden por las laderas, las aguas de arroyada reúnen progresivamente sus pequeños cursos en otros mayores hasta formar cauces permanentes, que en unos casos transportan agua casi con continuidad y en otros con régimen ocasional, muy ligado a las estaciones. En general, así se diferencian ríos (los primeros) de torrentes. También se puede considerar la pendiente general, mayor en los torrentes (un 5% frente a un 2% en los ríos). El recorrido de los torrentes también suele ser más corto. Sin embargo, a pesar de estos caracteres, no hay una división neta entre ríos y torrentes.

El régimen hidrográfico de los torrentes es variable según su situación geográfica: así, en las zonas donde la alimentación es casi exclusiva por la fusión de nieve y hielo, el

máximo caudal coincide con la época de deshielo. En latitudes más bajas, los torrentes presentan dos avenidas anuales, una que corresponde a la época de lluvias y otra al deshielo. Por último, en las zonas de climas menos rigurosos, el caudal está estrechamente relacionado con las lluvias.

En cualquier corriente fluvial se puede distinguir un tramo alto, situado en la zona con mayor pendiente y caracterizada por la alta labor erosiva, un tramo medio, en el que alternan erosión y sedimentación y, en la zona distal, un tramo inferior, con actuación sedimentaria. En los torrentes, estos tres tramos están perfectamente determinados y reciben los nombres de cuenca de recepción, canal de desagüe y cono de deyección.

La forma de la cuenca de recepción de los torrentes es cóncava y triangular, tiene un vértice en la parte más baja, y presenta una pendiente y velocidad del agua elevada. La cuenca de recepción está formada por numerosos barrancos que confluyen unos con otros hasta formar un único cauce que será el canal de desagüe (el comienzo del mismo corresponde con el vértice de la cuenca de recepción).

En el canal de desagüe se produce erosión, transporte y sedimentación, si bien el transporte es la labor más intensa. Es el tramo con mayor recorrido del torrente.

Cuando el agua y los materiales arrastrados llegan al valle, la brusca disminución de la pendiente produce un notable descenso de la velocidad y un abandono de los sedimentos, originándose un acumulo llamado abanico fluvial (es la forma de sedimentación más típica de los torrentes. También se conoce como cono de deyección pero este término está en desuso). Los sedimentos que depositan no tienen clasificación, como corresponde a su pérdida brusca de la capacidad de transporte, y son angulosos, a consecuencia de que su corto transporte no produce el desgaste producido por la rodadura.

Relacionado con los torrentes encontramos las ramblas. Las ramblas son valles anchos, de origen fluvial o torrencial, por donde habitualmente corre escasísima agua, o que está seco durante periódicos más o menos largos, incluso años. Por ello las ramblas se diferencian de los torrentes estacionales, pues las ramblas llevan agua de forma esporádica y ocasional. Las ramblas son comunes en el clima mediterráneo, destacando las ramblas de Granada, Málaga y Almería.

Los ríos son el agente geológico de superficie de mayor importancia en cuanto a la erosión, el transporte y la sedimentación, tanto por su acción como por la extensión del área sobre la que actúan. Se han efectuado cálculos que demuestran que anualmente transportan al mar 10 000 millones de toneladas de sedimentos al mar. No obstante, y como se describe seguidamente, su acción geológica no se limita a la erosión.

Los ríos resultan de la unión de las aguas de los torrentes. Las líneas que forman los puntos más altos del relieve son las divisorias. La zona geográfica que alimenta a un mismo río (limitada por lo tanto por dos divisorias) es una cuenca hidrográfica.

En general, los ríos se caracterizan por poseer un caudal más regular que los torrentes, lo cual se explica por la mayor longitud de su recorrido y por los aportes de aguas subterráneas que reciben, pero esto no impide que sufran variaciones estacionales, y aun, ocasionalmente, estiajes excepcionales y crecidas muy superiores a lo habitual, que suelen repetirse cada cierto número de años.

Una corriente de agua superficial es un componente de un sistema mayor. Cada sistema consiste en una Cuenca de drenaje, que es la zona de tierra drenada por una corriente y sus afluentes. La cuenca de drenaje está delimitada por unas líneas imaginarias denominada Divisoria; las divisorias separan distintas cuencas de drenaje (Figura 3).

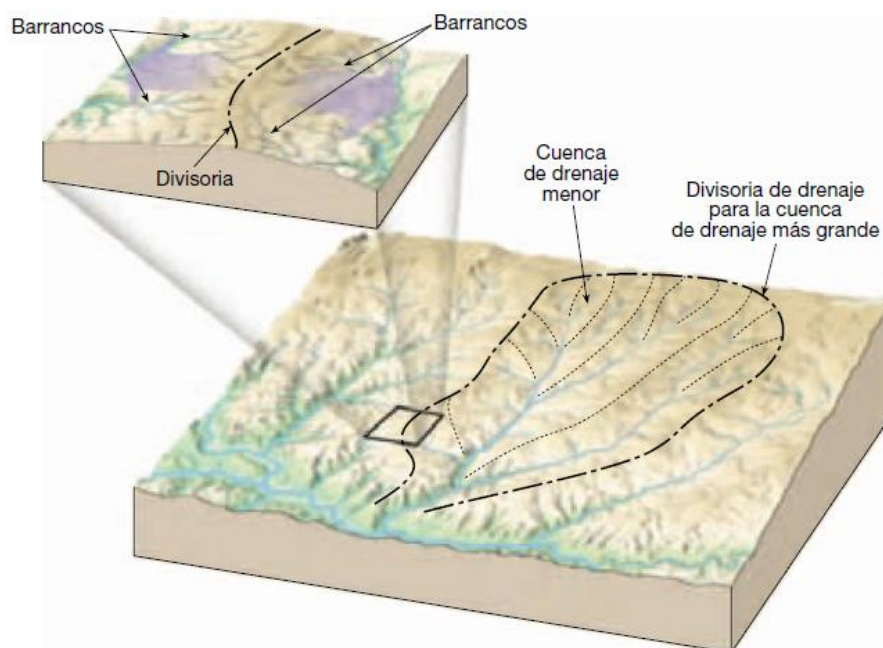


Figura 3. Cuenca de drenaje delimitada por divisorias. Ampliación de una divisoria (imagen obtenida de Tarbuck & Lutgens, 2005).

Hay diversos modelos de drenaje que pueden variar mucho de un tipo de terreno a otro, principalmente en respuesta a los tipos de rocas sobre los cuales se desarrolla la corriente o al modelo estructural de fallas y pliegues (figura 4).

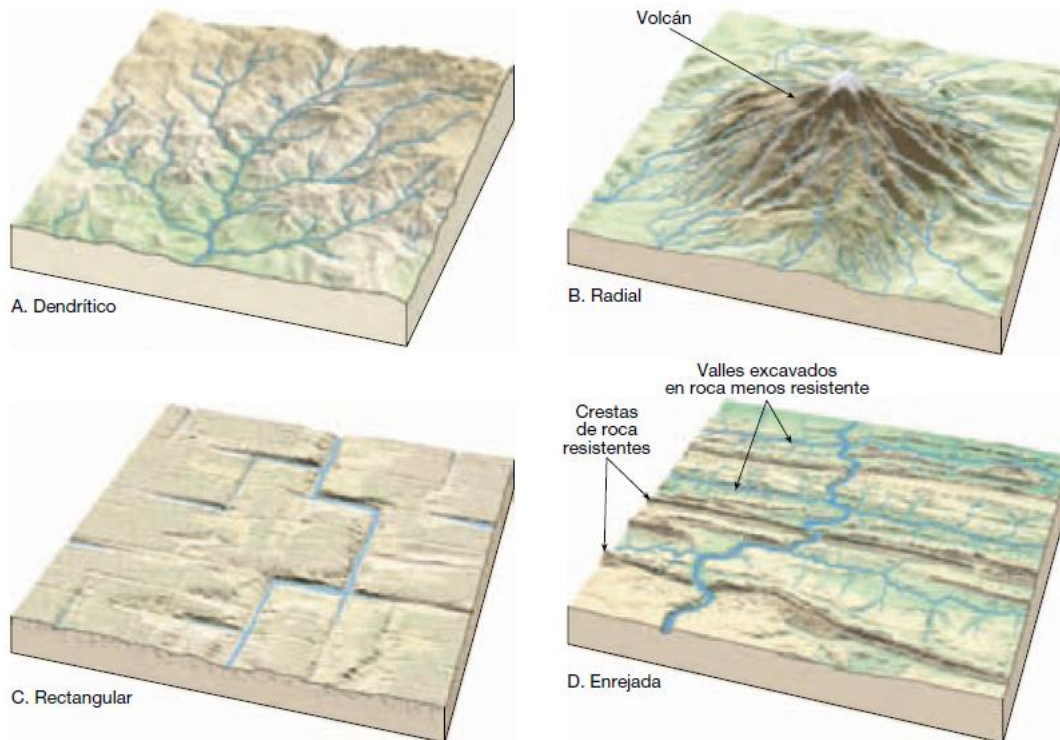


Figura 4. Modelos de drenaje (imagen obtenida de Tarbuck & Lutgens, 2005).

El modelo de drenaje encontrado con más frecuencia es el modelo dendrítico, que se caracteriza por una ramificación irregular de corrientes tributarias. Este modelo se forma donde el sustrato de roca subyacente es relativamente uniforme, como en estratos sedimentarios planos. Como el material subyacente es uniforme en su resistencia a la erosión, no controla el modelo de flujo de corriente; por ello, el modelo se determina por la dirección de la pendiente del terreno.

Se habla de modelo radial cuando las corrientes divergen desde un área central como los radios de una rueda; se desarrolla en zonas volcánicas aisladas y en elevaciones de tipo domo. Otro modelo es el modelo rectangular, que presenta recodos en ángulo recto. Se desarrolla cuando el sustrato está entrecruzado por varias diaclasas y fallas. El cuarto modelo de drenaje es el modelo de red enrejada, en el cual los afluentes discurren paralelos entre sí. Este modelo se forma en áreas donde se alternan rocas resistentes con otras menos resistentes a la erosión. Está particularmente bien desarrollado en los Apalaches plegados, donde afloran cinturones casi paralelos de estratos débiles y fuertes (Figura 5).



Figura 5. Red de drenaje rectangular en Apalaches (EEUU). (Imagen obtenida de Flickr, 2010).



Figura 6. Cuenca de drenaje del río Mississippi (imagen obtenida de Tarbuck & Lutgens, 2005).

El río Mississippi, el mayor río de América del Norte, tiene la mayor cuenca de drenaje de toda Norteamérica (figura 6); abarca unos 3,2 millones de kilómetros cuadrados, extendiéndose entre las Montañas Rocosas en el oeste y los Apalaches en el este.

La erosión de las corrientes fluviales se lleva a cabo mediante la recolección de granos débilmente consolidados, por abrasión y por disolución. Las corrientes transportan su carga de sedimentos de tres maneras: (1) en solución (carga disuelta), que es independiente de la velocidad del flujo de la corriente, (2) en suspensión (carga suspendida), donde el tipo y la cantidad de material transportado dependen de dos factores: la velocidad del agua y la velocidad de sedimentación del material, y (3) a lo largo del fondo del cauce (carga de fondo), que se desplazan por rodamiento, deslizamiento y saltación.

Un río, en cada punto de su recorrido, posee una cantidad de energía que está en función del caudal y de la velocidad del agua, o, si se prefiere, de la pendiente, que condiciona la velocidad. Cuando esa cantidad de energía es elevada, además de evacuar los materiales que llegan a su cauce, puede erosionar, pero en los tramos en que la energía decrece se ve obligado a abandonar parte de los sedimentos. Como las características de erosión y sedimentación van variando y, en consecuencia, también las formas erosivas y de acumulación, clásicamente, para el estudio de los ríos, se dividen los cursos fluviales en tres tramos: curso alto, curso medio y curso bajo.

El curso alto corresponde al nacimiento y al tramo próximo a este. La pendiente es acusada y por lo tanto el río adquiere características torrenciales; es decir, gran velocidad del agua y alta capacidad de erosión y transporte. La erosión en este tramo es lineal (erosión vertical, término contrapuesto a erosión areolar, que supone el desgaste de una amplia superficie). Son propias del curso alto (aunque no exclusivas) las cascadas y los rápidos. El valle tiene una forma de V muy cerrada y cuando discurre sobre rocas duras puede formar gargantas o desfiladeros.

El curso medio es generalmente el más extenso, y en él la pendiente y la velocidad del agua son moderadas y el cauce más ancho. También es mayor el caudal, por los aportes laterales de los afluentes. Como la pendiente es más suave y las aguas discurren con tranquilidad, hay mayor capacidad de transporte. El lecho del río, a consecuencia de esto, se va rellenando con los materiales que no puede arrastrar; este proceso se denomina agradación.

En la parte superior del tramo medio, el abandono de los materiales de mayor tamaño da lugar a formaciones alargadas en la dirección de la corriente llamadas barras fluviales. El agua fluye entre las barras formando diversos canales que se bifurcan y unen: los cauces anastomosados (figura 7). Este tipo de perfil fluvial se caracteriza por la continua división y unión de un canal con otro formando una red, donde suelen quedar pequeñas islas aluviales entremedias. Los términos río anastomosado y trezado son sinónimos.



Figura 7. Ejemplo de río anastomosado, el río Tagliamento (Italia) se trenza conforme fluye desde los Alpes hasta el mar Adriático. (Imagen obtenida de Ruta 33, 2016).

Existen otros dos patrones fluviales además del trenzado: rectilíneo y meandriforme. Los ríos rectilíneos son escasos en la naturaleza, casi inexistentes. Se reducen a segmentos cortos en el que el canal puede ser recto, pero por norma general, el río transcurre formando curvas (perfil meandriforme) y trazados irregulares (perfil trenzado).

En el curso alto predominan las formas rectilíneas y trenzadas; son comunes en ríos que bajan de cordilleras donde se acumula una gran cantidad de hielo en invierno y en la etapa de fusión del mismo, bajan enormes caudales arrastrando gran cantidad de sedimento. En cambio, el perfil meandriforme es propio de los ríos medios y bajos. En esta última porción, el río transporta sedimentos de grano más fino, su pendiente es más suave y su caudal, más regular. Estas características determinan el trazado de curvas, llamadas meandros (Figura 8). Los meandros no son estables, sino que evolucionan acentuándose y, en un estadio terminal, llegan a estrangularse, recobrando el río un trazado rectilíneo y dejando un brazo abandonado que puede llegar a formar un lago efímero. Existen varias teorías para explicar por qué el río abandona una trayectoria rectilínea y forma meandros, pero, actualmente, el problema sigue sin tener una solución definitiva.



Figura 8. Perfil meandriforme (imagen obtenida de Tarbuck & Lutgens, 2005).

Aguas abajo, el curso bajo del río corresponde con la desembocadura y zonas próximas. La pendiente es muy suave y la corriente apenas tiene capacidad para transportar los sedimentos más finos; al llegar al mar los abandona masivamente. Si los movimientos del agua marina no recogen y redistribuyen los materiales se forma un delta; en cambio, si la desembocadura queda libre de sedimentos se forman los estuarios. Que se forme uno u otro tipo de estructura depende de algunas características del río y de las zonas costeras: amplitud de la plataforma continental, estabilidad o existencia de movimientos verticales, presencia de mareas, oleaje... y cantidad de sedimentos que el río aporta al mar.

Hay distintos tipos de desembocadura en función de la relación entre la energía del río y el sedimento que transporta y la dinámica marina en el litoral donde se ubica la desembocadura; esa relación, energía del río/energía del mar, determina el tipo de desembocadura.

Si gana el río, la dinámica marina no tiene capacidad de transportar todo el sedimento que aporta el río, depositándose estos sedimentos en la desembocadura y formándose un Delta. Si, por el contrario, aunque el río transporte cierta cantidad de sedimentos, el mar es capaz de redistribuirlos, es decir, predomina la dinámica marina frente a la fluvial, el mar limpiará rápidamente los sedimentos que aporta el río, de modo que la desembocadura estará siempre relativamente despejada de sedimentos y tendremos un Estuario; por el que incluso, puede subir la marea formando las espectaculares olas de marea, muros de agua que se desplazan río arriba. Son los únicos ámbitos donde se puede ver este fenómeno.

3.5.2.2. Aguas subterráneas

El acuífero es una formación geológica capaz de almacenar agua en sus poros y permitir su circulación. La presencia o ausencia de agua en los acuíferos depende de la recarga (agua de las precipitaciones que se infiltra en el terreno) y la pérdida (manantiales, fuentes y captaciones humanas como los pozos).

El nivel superior de agua en el acuífero se llama nivel freático. El área situada por encima del nivel freático y el techo del acuífero se denomina zona de aireación. La profundidad del nivel freático es muy variable, y está estrechamente relacionado con la distribución y frecuencia de las precipitaciones.

Hay tres principales tipos de acuíferos: libres, semiconfinados y confinados (figura 9). Los acuíferos libres o freáticos están vinculados con la superficie del terreno por arriba y por debajo con un manto impermeable o semi impermeable. Los acuíferos confinados están delimitados por manto impermeable tanto por arriba como por abajo. Los semiconfinados son un caso particular del acuífero confinado; en estos el techo está incompleto o no es completamente impermeable.

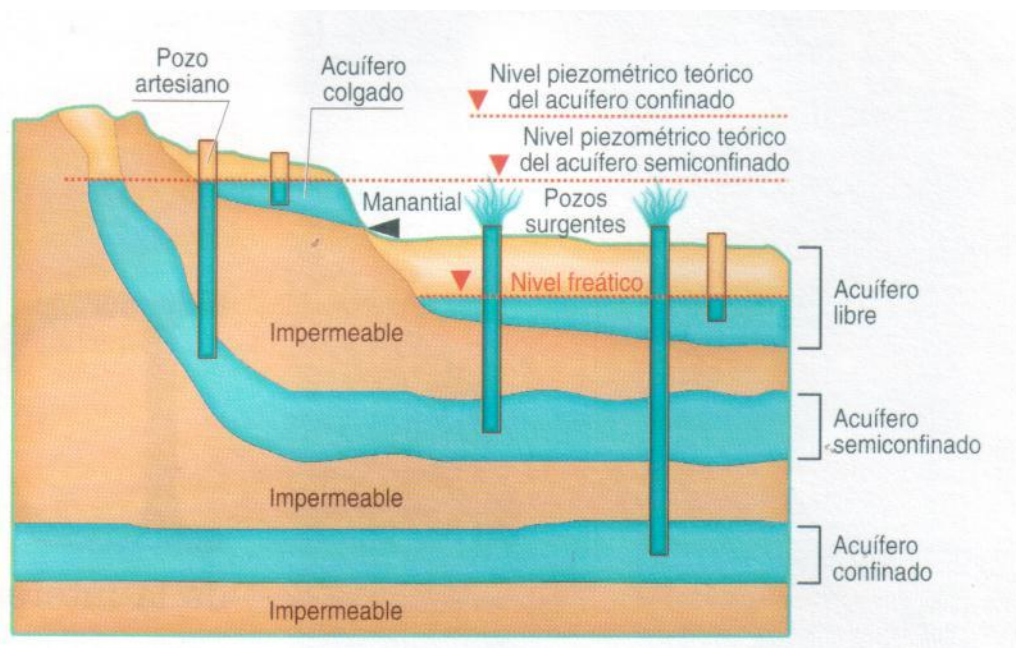


Figura 9. Tipos de acuíferos (Imagen obtenida de Esteban, 2015).

Hay dos factores especialmente importantes que influyen en el almacenamiento y la circulación de las aguas subterráneas: la porosidad y la permeabilidad. La cantidad de agua subterránea que puede almacenarse depende de la porosidad del material, que se define como el porcentaje del volumen total de roca o de sedimento formado por poros. La porosidad, por sí sola, no puede determinar la capacidad de un material para suministrar agua subterránea; la roca puede ser muy porosa pero no permitir el

movimiento del agua a través de ella, sencillamente porque los poros no estén interconectados entre sí. Se entiende como permeabilidad de un material su capacidad para *transmitir* un fluido. La permeabilidad es importante para determinar la velocidad de movimiento del agua subterránea.

Un concepto erróneo común es pensar que el agua subterránea se desplaza en ríos subterráneos como las corrientes de agua superficiales. Aunque existen estos ríos subterráneos en algunos casos, especialmente cuando el subsuelo está formado por rocas carbonatadas, no son frecuentes. El agua subterránea, mayoritariamente, tiene un flujo extraordinariamente lento, de poro a poco, pudiendo desplazarse unos pocos centímetros al día. La energía que hace moverse el agua subterránea es la fuerza de la gravedad.

En las regiones calcáreas, el comportamiento de las aguas subterráneas deriva a la formación de una topografía característica, los karsts. Las rocas calizas no poseen poros que las hagan permeables, pero, normalmente, están cruzadas por diaclasas que les confieren una permeabilidad secundaria. De este modo, el agua puede circular por su interior. Por otra parte, el agua de lluvia contiene una pequeña proporción de dióxido de carbono que es responsable de la transformación del carbonato cálcico que forma las calizas (insoluble) en bicarbonato cálcico (soluble). Por ello en los karsts se desarrolla un doble proceso erosivo en el interior y en el exterior.

El modelado interno, el del agua que circula por el interior de las diaclasas, ensancha progresivamente la roca, dando lugar a corredores, galerías y simas. Así se originan las cavernas. Una caverna es freática si circula agua por su interior. Cuando queda seca, es una caverna vadosa y el goteo del agua que desciende filtrándose desde la superficie origina las estalactitas, estalagmitas, cortinas y demás formaciones calcáreas características de estas cuevas (Figura 10).

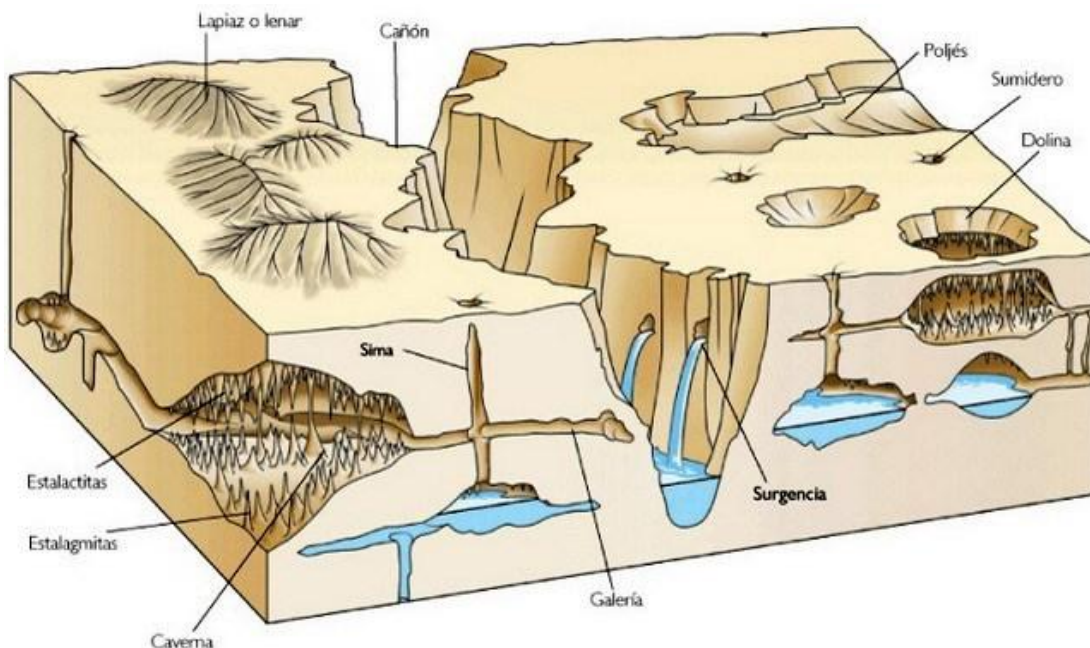


Figura 10. Formaciones más representativas del modelado kárstico, tanto a nivel de superficie como subterráneo (Imagen obtenida de Hombre Geológico, 2017).

El modelado de la superficie provoca surcos y crestas en las calizas. Cuando llueve, el agua fluye por estos canales hasta que se infiltra hacia el interior, y el efecto disolvente se potencia progresivamente. La superficie rocosa que presenta este aspecto se denomina lapiaz. Las torcas son depresiones de forma circular con paredes verticales, y se forman por derrumbamiento del techo de las cavernas. Las dolinas son depresiones circulares que se producen donde se cruzan diaclasas. Si se unen varias dolinas se originan las uvalas, de contorno irregular. Los poljes son llanuras kársticas cubiertas de sedimentos entre los que aparecen retazos de calizas intensamente karstificadas.

3.5.2.3. Hielo

En climas fríos, donde a lo largo del año los aportes de nieve superan la cantidad que se funde, se producen acumulaciones que, al aumentar su espesor, experimentan transformaciones y originan los glaciares.

La nieve es un agregado de pequeñísimos cristales de hielo que dejan entre gran cantidad de poros, por lo que su densidad es muy baja ($0,1 \text{ g/cm}^3$, una décima parte de la del agua líquida). En capas más profundas, por la presión de la nieve que se sitúa encima, se produce una recristalización, es decir, a partir de los primitivos cristales se forman otros mayores; de manera que se origina la neviza. La neviza es un paso intermedio entre la nieve y el hielo glaciar. A mayor profundidad, la neviza va

adquiriendo mayor transparencia, compacidad y dureza, y se convierte en *hielo esponjoso*, el cual da origen, por recristalización, a hielo blanco, más denso porque apenas presenta poros, y este, a su vez, hielo azul, sin poros.

Los inlandsis son enormes extensiones de hielo de miles de kilómetros cuadrados. Existen dos, en los polos sur y norte del planeta: La Antártida, el continente antártico y Groenlandia. El resto de hielo se encuentra en el Océano Glaciar Ártico, que es agua marina congelada, y en los glaciares alpinos.

Los glaciares alpinos presentan tres zonas de características muy diferenciadas: el circo, o zona de acumulación; la lengua, que es la zona de evacuación; y la zona de ablación, que es la porción terminal donde se produce la fusión de las masas de hielo (Figura 11).

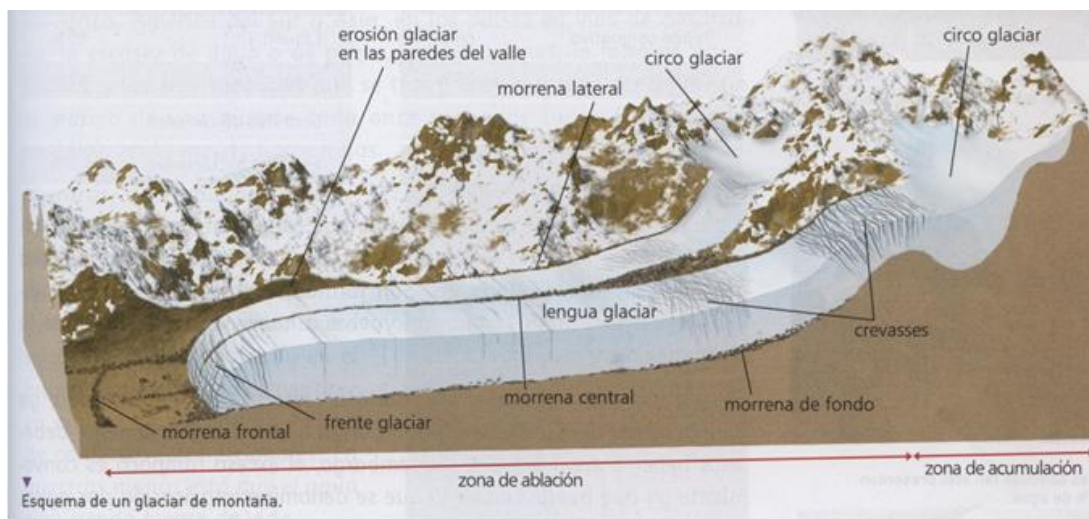


Figura 11. Esquema de un glaciar de montaña (Obtenido de IES Alonso Quijano, s.f.).

Los circos son depresiones rodeadas por paredes escarpadas, situadas en la zona más alta de la montaña. Cuando comienza una glaciación, en ellos se produce la acumulación de nieve; la roca, cuarteada en la etapa anterior de clima periglacial (una glaciación no es un fenómeno brusco, sino que las temperaturas descienden gradualmente y, por lo tanto, antes de que el clima permita la existencia de glaciares, se pasa por una etapa intermedia de clima periglacial, en la que se produce gelivación), es arrastrada por el hielo que fluye hacia el valle, y de esta forma la concavidad se pronuncia y se origina el circo.

Sobrepasado el límite inferior del circo (una contrapendiente o umbral), la masa de hielo se desliza plásticamente hacia abajo y recorre la lengua. Durante su recorrido, se efectúa una importante labor de erosión, tanto por el roce de los fragmentos rocosos que engloba la masa de hielo (abrasión), como por nivación, que se produce en las

contrapendientes, cuando por la sobrepresión el hielo se funde y se introduce en las diaclasas; allí, el agua vuelve a solidificarse y rompe la roca.

Los glaciares son los agentes geológicos de mayor competencia, y pueden transportar desde partículas arcillosas a bloques de gran tamaño.

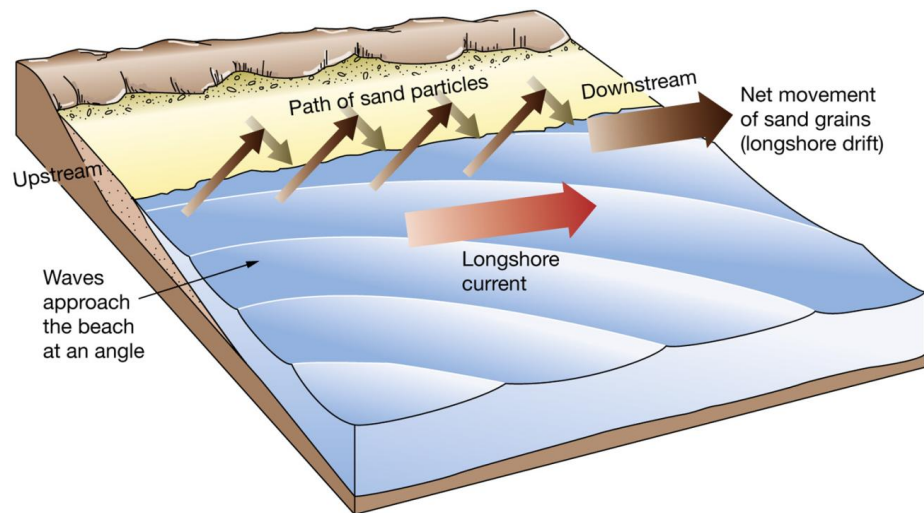
En la zona terminal del glaciar, la zona de ablación, el hielo desaparece por fusión y los sedimentos quedan abandonados. Esta acumulación recibe el nombre de morrena frontal y, por su situación, puede taponar el valle y originar un lago de morrena frontal. Los sedimentos morrénicos, como corresponde a las características del transporte glaciar, son angulosos, de gran diversidad de tamaño y están depositados sin estratificar, es decir, con una clasificación nula.

3.5.2.4. Aguas marinas

La principal acción geológica que se desarrolla en los mares es la sedimentación; no obstante, la línea litoral sufre la continua acción de las olas que erosionan y transportan materiales. Las líneas litorales son interfases dinámicas, cuya topografía, composición geológica y clima varían enormemente de un lugar a otro. Se dice que el litoral es una *interfase* pues experimenta la convergencia de los procesos continentales y los oceánicos, creando paisajes que experimentan frecuentemente cambios rápidos.

En líneas generales, las olas y las corrientes costeras realizan el transporte de los materiales (tanto los traídos por el río como los arrancados por la acción del mar). En función de la dirección en la que lleguen las olas a la costa ocurren dos eventos: si azotan perpendicularmente a la costa, arrastran los materiales mar adentro en su retroceso; si llegan oblicuamente (como consecuencia de que el movimiento resultante se concreta en una corriente que mueve materiales paralelamente a la costa; la denominada “corriente de deriva litoral”, *longshore* en inglés), esparcen a lo largo de la costa los materiales que transportan (Figura 12).

El mar arrastra principalmente arenas y arcillas. Su distribución está sometida a una selección tanto transversal como longitudinal: las arcillas se transportan mar adentro y las arenas y cantos permanecen en la costa o se mueven en dirección paralela a la misma, por la corriente de deriva litoral. Los cantos costeros tienden a ser aplanados por el movimiento de vaivén de las olas.



(b)

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Figura 12. Corriente de Deriva Litoral (Imagen obtenida de Hamblin & Howard, 2005)

La sedimentación marina depende del aporte de sedimentos desde los continentes y de la energía del mar (si es suficiente, los transporta; si es insuficiente se acumulan *in situ*). Las acumulaciones de sedimentos en el litoral generan las playas, barras, cordones y otros depósitos litorales (figura 13) y, en el caso de ríos que suministran grandes cantidades de sedimentos se pueden generar deltas.

En la Flecha del Rompido (Huelva) la dinámica litoral mueve los sedimentos aportados por el río Piedras, en la costa de Huelva, hacia el este, prolongando varios kilómetros (aproximadamente 5 kilómetros) el punto real de la desembocadura, si bien, la subida y bajada de la marea afecta a la parte más baja del río (figura 13).



Figura 13. Flecha del Rompido (Huelva) (imagen obtenida de Turismo en Huelva, 2016).

Se distinguen distintas partes en la zona costera (figura 14).

La línea de costa es la línea que marca el contacto entre la tierra y el mar. La posición de esta línea migra a diario con la subida y bajada de las mareas. El litoral es la zona que se extiende entre el nivel de marea más bajo y la mayor elevación de la tierra afectada por las olas de temporal. La costa se extiende tierra adentro desde el litoral hasta donde haya estructuras relacionadas con el océano. La línea de costa marca el límite en el lado del mar del litoral. El límite interior no es siempre fácil de determinar.

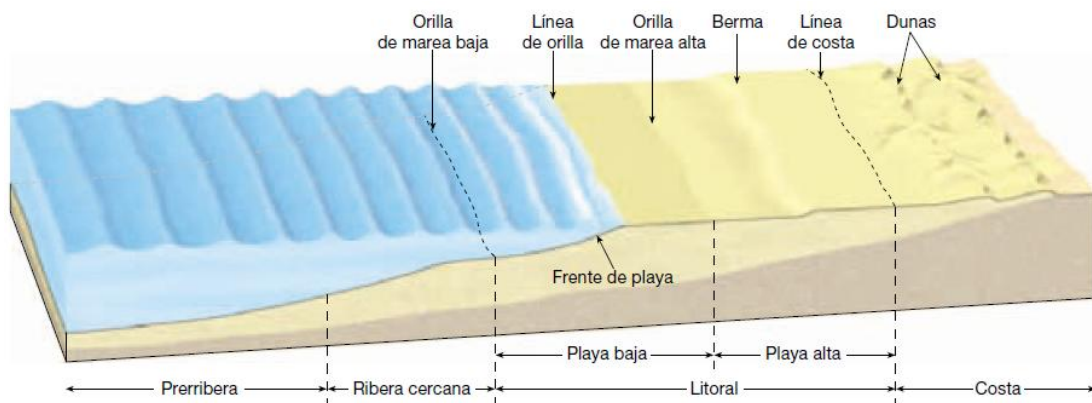


Figura 14. Partes que conforman la zona litoral (imagen obtenida de Tarbuck & Lutgens, 2005).

En zonas litorales donde se da un amplio rango mareal, o donde, podemos decir, la marea es efectiva, se diferencian tres zonas en función de las mareas: Zona supramareal, Zona intermareal y Zona submareal.

La playa baja corresponde a la Zona Intermareal, que queda, alternativamente, cubierta por el agua y expuesta durante el ciclo mareal, y está surcada por los canales de marea (Figura 15). La zona submareal siempre está cubierta por el agua, de modo que las lagunas que a veces quedan en las otras dos zonas, intermareal y supramareal, son consideradas también zona submareal. La zona supramareal se sitúa en el lado continental de la línea litoral de marea alta; solo se ve afectada por las mareas vivas o en épocas de grandes temporales, por lo que puede encontrarse seca.



Figura 15. Canales de marea en la zona intermareal de la bahía Coos, Oregon (EE.UU.). Imagen obtenida de Miller (s.f.).

La subida y bajada del agua en las llanuras de mareas se hace a través de los canales. No se trata de una lámina de agua que avanza y retrocede como tal, sino que el agua sube por los canales y cuando ya no tiene fuerza para subir más, pero sigue entrando agua en los mismos de la parte marina, los canales se desbordan e inundan toda la llanura mareal. Al bajar la marea, el agua fluye hacia los canales y a través de ellos se retira.

Las playas están compuestas por sedimentos de distinta procedencia: material erosionado de los acantilados y las montañas adyacentes, sedimento transportado por los ríos... Generalmente, los resistentes granos de cuarzo predominan en la composición mineral de la arena de la playa, aunque puede haber otros minerales; por ejemplo, en algunas islas volcánicas las playas tienen un llamativo color negro debido a los granos de lava basáltica. No obstante, los materiales que componen la playa no permanecen en la misma por largo tiempo, pues, con motivo de las olas rompientes, se mueven constantemente. Se puede considerar que las playas son material en tránsito a lo largo del litoral.

Cuando se observa una ola se está viendo el movimiento, en forma de onda, de la *energía* a través de un medio, en este caso, el agua. Si se fabrica una ola, por ejemplo, soplando en la superficie de una taza de café, se está transmitiendo *energía* al líquido, y las olas que vemos son la evidencia visible de esto. Por ello, se entiende que las *olas oceánicas* son la energía que se desplaza a lo largo de la interfase entre el océano y la

atmósfera. El viento es el que proporciona la mayor parte de la energía necesaria para que las olas diseñen y modifiquen las líneas litorales.

En la figura 16 aparece una ola que no rompe; en ella se ilustran las características de las olas oceánicas. El punto más alto de la ola es la *cresta*, y el más inferior es el *valle*. Intermedio entre ambos está el *nivel de aguas tranquilas*, que es el nivel que el agua ocuparía si no hubiese olas.

La distancia vertical entre la cresta y el valle es la *altura de la ola* y la distancia horizontal entre dos crestas o dos valles sucesivos es la *longitud de onda*. Se entiende como *periodo de ola* el tiempo que tarda en producirse una ola entera (una longitud de onda).

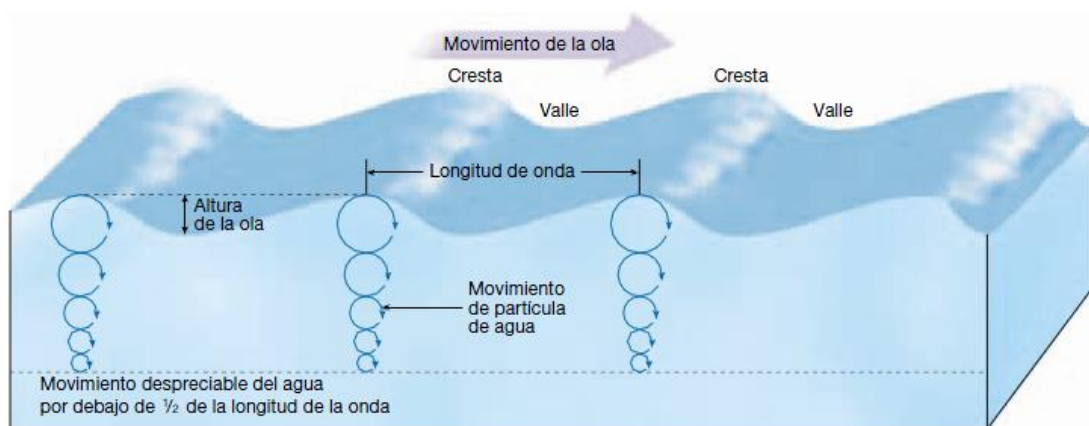


Figura 16. Diagrama de una ola oceánica no rompiente donde se muestran las partes de una ola y el movimiento de las partículas de agua en la profundidad (imagen de Tarbuck & Lutgens, 2005)

La altura, la longitud y el periodo son directamente proporcionales a la velocidad del viento, el tiempo durante el cual sopla el viento y el *fetch*, que es la distancia que el viento ha recorrido en mar abierto. Para una velocidad de viento concreta, hay un *fetch* y una duración de viento máximos a partir de los cuales las olas no aumentan más su tamaño; se dice que las olas están completamente desarrolladas.

Cuando el viento cesa o cambia de dirección, las olas continúan sin relación al viento local. Estas olas cambian gradualmente a *marejadas*, que son más bajas y largas. Las marejadas transportan la energía de las tormentas a largas distancias. De este modo, la superficie del mar recoge varios tipos de olas; se mezclan las marejadas de tormentas lejanas con las olas recién creadas por los vientos locales.

Cuando la ola está en aguas profundas no se ve afectada por la profundidad del agua, pero cuando llega al litoral, el descenso en profundidad sí influye en el comportamiento de la ola. Las olas tocan el fondo cuando la profundidad del agua es inferior a la mitad de la longitud de onda. En este momento, la velocidad de la ola disminuye y las olas se amontonan contra el litoral; esto produce que aumente la

altura de la ola hasta que llega a un punto crítico en el que la ola es demasiado alta para mantenerse y cae o rompe en la zona de arrastre (figura 17). El agua turbulenta creada por las olas rompientes se denomina *arrastre*. En el margen de tierra de la zona de rompiente, la lámina de agua asciende por la pendiente de la playa y se conoce como *batida*. Cuando la batida queda sin energía, regresa desde la playa hacia la zona de rompiente; esto es lo que se denomina *resaca*.

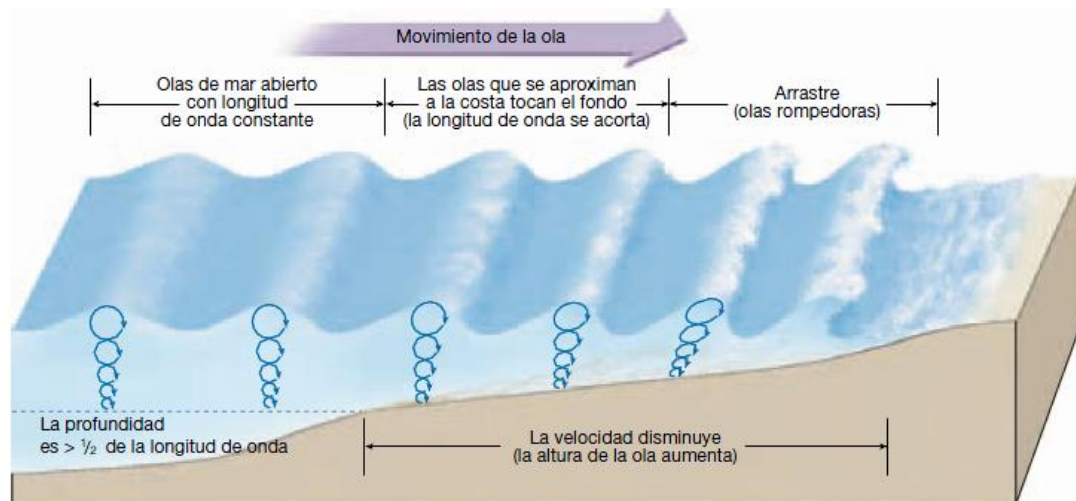


Figura 17. Cambios que se producen en el movimiento de la ola cuando esta llega al litoral (imagen obtenida de Tarbuck & Lutgens, 2005)

En mar abierto, el viento somete a las partículas a un movimiento de rotación, como ilustra la figura 17, por lo que no hay “desplazamiento neto de masa de agua”. De algún modo, si no hubiese ninguna corriente y flotáramos en el agua, nos veríamos sometidos simplemente a un movimiento de ascenso/descenso, subida y bajada, conforme coincidiéramos con una cresta o un seno de la ola. Por el contrario, en la Zona de Surf (de ahí el nombre del deporte) o zona donde rompen las olas, una vez que las olas rompen (se rompe el movimiento circular de las partículas), sí se da un movimiento de traslación de la masa de agua. La masa de agua sube por la *berma*, en la dirección que la arroja el viento (a menudo oblicua a la costa) pero baja perpendicularmente a la línea de costa, siguiendo la atracción de la gravedad por la línea de máxima pendiente. Esos dos movimientos, repetidos reiteradamente, son los causantes del movimiento lateral de la masa de agua y de la arena que transporta en la Zona de Surf, y que a los bañistas suele molestar, ya que, sin percibirlo, se alejan cada vez más de donde están las toallas. La resultante de este movimiento del agua empujada por las olas rompientes y la gravedad es una corriente que es la denominada Corriente de Deriva Litoral. Debido a la Corriente de Deriva Litoral, la arena no solo se

mueve a lo largo del fondo de la playa y en la zona de arrastre, casi en paralelo a la línea de la costa si no que también muestran un movimiento perpendicular a la línea litoral (acercándose y alejándose de ella) por la energía de las olas; tal es el movimiento de la arena de las playas que a estas a veces se las denomina “ríos de arena”. La deriva litoral puede transportar los sedimentos centenares e incluso miles de metros a diario; pero lo normal es que transporte de 5 a 10 metros por día.

Las olas oblicuas también producen corrientes dentro de la zona de rompiente que fluyen paralelas a la línea de costa. La dirección de las corrientes litorales cambia porque la dirección con la que las olas llegan a la playa cambia según la estación. La suma de las corrientes litorales con la deriva litoral puede movilizar una gran cantidad de sedimento de la costa.

La gran variedad de líneas de costa demuestra su complejidad. Son tantos los factores que influyen en la formación de las costas y su morfología que resulta muy complicada su clasificación. Por ello, muchos geólogos las clasifican solo en función a los cambios producidos con respecto al nivel del mar. Las costas, con el tiempo, y en ausencia de movimientos de subidas o bajadas del nivel del mar, tienden a evolucionar hacia costas rectilíneas, por erosión de los salientes, promontorios, y depósito de arena en las bahías. Si hay movimientos relativos de ascenso o descenso del nivel del mar se diferencian las costas de emersión y las costas de inmersión.

Las *costas de emersión* se desarrollan o bien por un descenso del nivel del mar o bien por una elevación del terreno. Al elevarse el terreno o bajar el nivel del mar queda expuesta la plataforma de abrasión, quedando zonas muy planas con ligera inclinación hacia el mar que terminan bruscamente hacia el continente, donde antes se elevaba la costa de forma más o menos abrupta. Un ejemplo de costa de emersión son las que estuvieron enterradas bajo los grandes glaciares del casquete. Cuando había glaciares su peso deprimía la corteza; pero en la que este se derritió, la corteza se levantó gradualmente. Un ejemplo de este tipo es la bahía Hudson de Canadá, que sigue elevándose a un ritmo de un centímetro al año.

A la inversa, las costas de inmersión se producen cuando el nivel del mar se eleva o cuando el terreno se hunde. Encontramos por ejemplo la costa de Maine, cercano al Parque Natural Acadia; se trata de un área que fue inundada por el levantamiento posglaciar del nivel del mar y que se transformó así en una línea de costa muy irregular. Estas costas generan dos de los tipos más conocidos de costas recortadas: las costas de rías (por ejemplos las costas de Galicia), cuando el mar inunda antiguos valles fluviales y la costas de fiordos (por ejemplo la costa atlántica de Noruega), por la inundación por el mar de valles glaciales.

Un último concepto a desarrollar sobre el movimiento de las aguas marinas es el de las mareas. Estas son los cambios diarios de elevación de la superficie del océano. Las

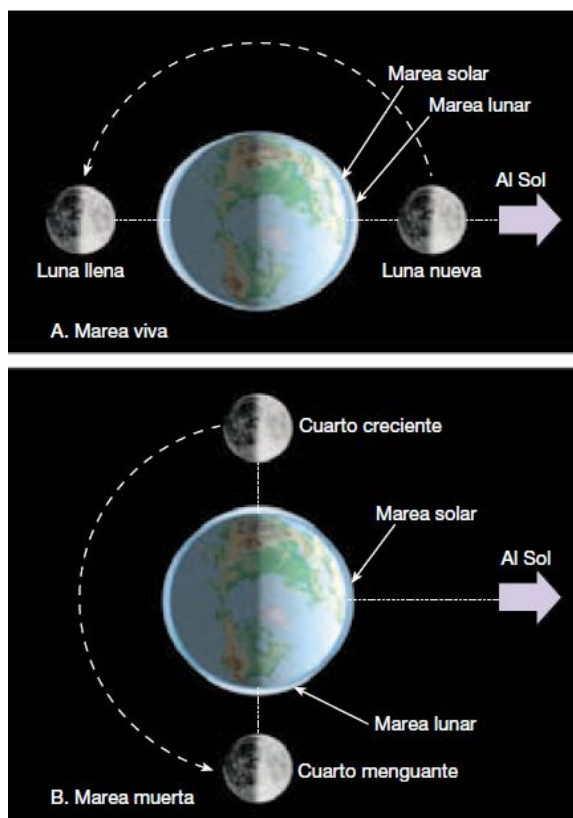


Figura 18. Las posiciones de la Tierra, La Luna y el Sol y las mareas (imagen obtenida de Tarbuck & Lutgens, 2005)

mareas oceánicas son el resultado de la atracción gravitacional ejercida sobre la Tierra por la Luna y, en menor medida, por el Sol. La fuerza gravitacional de la Luna hace que el agua se abombe en el lado de la Tierra más próximo a ella. Paralelamente se produce un descenso en el lado opuesto a la Luna (Figura 18).

Como descubrió Newton, la gravedad es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre dos objetos, lo que implica que la fuerza de atracción se debilita rápidamente con la distancia. Por ello en el lado opuesto a la Luna el empuje es menor. El océano global se deforma significativamente por este efecto y produce los dos pandeos mareales.

Como la posición de la Luna cambia moderadamente en un día, las protuberancias mareales se mantienen mientras la Tierra gira “a través” de ellas. Por ello, en 24 horas, en la mayoría de las costas de la Tierra, se experimentan dos mareas altas y dos mareas bajas.

Además, los pandeos mareales migran conforme la Luna gira alrededor de la Tierra, aproximadamente en 29 días. Por ello, las mareas, igual que la hora de salida de la Luna, ocurren unos 50 minutos más tarde cada día, y tras el transcurso de 29 días, el ciclo comienza de nuevo.

El Sol también afecta en las mareas, pero, aunque su tamaño sea mucho más superior, la distancia hace que su efecto merme.

Cuando se acercan las Lunas nueva y llena, el Sol y la Luna están alineados. La suma de sus fuerzas produce pandeos mareales más altos (mareas altas) y valles mareales más bajos (mareas bajas), lo que produce un gran intervalo mareal. A estas se las denomina *mareas vivas*, y ocurren dos veces al mes. Al contrario, cuando la Luna está en cuarto creciente y cuarto menguante, la atracción gravitatoria de los dos cuerpos celestes se contrarrestan y se compensa parcialmente la influencia de los mismos. Como

consecuencia, el espectro mareal diario es menor. Se denominan *mareas muertas* y también ocurren dos veces al mes.

La expresión *corriente mareal* se usa para describir el flujo horizontal del agua que acompaña la elevación y el descenso de la marea. Las corrientes mareales fluyen en una dirección durante una parte del ciclo mareal e invierten su flujo durante la otra parte. Las corrientes mareales que se dirigen hacia la costa cuando sube la marea se llaman *flujo mareal*, y conforme la marea baja, el movimiento mar adentro del agua genera el *reflujo de la marea*.

Aunque en mar abierto las corrientes mareales no son relevantes, adquieren importancia cuando se vuelven rápidas en las bahías, los estuarios fluviales y otros lugares estrechos. En la costa del Mont Saint-Michel, en la costa de la Bretaña francesa, por ejemplo, las corrientes mareales que acompañan a la marea alta puede alcanzar los 100 km/hora. En este curioso caso, además, la distancia que recorre el mar es muy grande; por ello, esta fortaleza se defendía a sí misma con esta frontera natural. Ni el mejor jinete podía escapar de la marea alta cuando ésta comenzaba a subir.

Durante una tormenta, las olas llegan con fuerza a la costa. Cada ola rompiente puede lanzar miles de toneladas de agua contra la tierra. Por ejemplo, las olas atlánticas en una tormenta de invierno pueden ejercer una presión de 10 000 kilogramos por metro cuadrado. Si se vuelve a usar la referencia de la presión que soporta el piso de un edificio (unos 600 kg/m²), una tormenta podría derribar un edificio de una sacudida.

Además de la erosión causada por el impacto y la presión de la ola, la abrasión (acción del agua armada con fragmentos de roca) actúa también violentamente en la zona de rompiente. Tanto es así que en zonas con líneas litorales formadas por material no consolidado, como las costas de Gran Bretaña, la costa ha retrocedido de 3 a 5 kilómetros desde la época romana (hace 2000 años; por lo que cada año se elimina de 1'5-2'5 metros de continente), barriando a su paso pueblos pesqueros antiguos de gran notoriedad.

Cuanto mayor es la actividad de las olas, mayor es la pérdida neta de arena del fondo de playa; esto se debe a que la playa está saturada por las olas anteriores y por tanto, una parte mucho menor de la batida penetra. Como consecuencia, la berma (zona con ligera inclinación en la playa alta, al pie de acantilados litorales y dunas) se erosiona más y la resaca es fuerte. No obstante, la arena no se aleja mucho del fondo de playa; se acumula en una o más barras de arena prerribera denominadas barras de arena litorales.

La refracción de las olas (la flexura de las mismas) es crucial en los procesos de formación de la línea litoral pues influye en el transporte de sedimento y su depósito. Las olas rara vez llegan directas a la costa; suelen ir con un ángulo determinado y cuando alcanzan el agua somera se doblan y se colocan en paralelo al litoral. Esta flexura se produce porque la parte de la ola más cercana a la costa, alcanza el agua superficial y disminuye de velocidad, mientras que el extremo que aún está en aguas profundas sigue desplazándose hacia delante. El resultado neto es que la ola gira hasta ponerse paralela a la costa.

Cuando la línea de costa es irregular, la ola ataca diferencialmente pues se produce la erosión de los cabos y la sedimentación en las bahías. La explicación se halla en que las olas encuentran el agua superficial situada delante de un cabo antes que en las bahías adyacentes, por ello se arquean en posición paralela a la tierra más sobresaliente del cabo, erosionando al mismo por los costados. Por el contrario, en las bahías, la refracción hace que las olas diverjan y gasten menos energía; en esas zonas de actividad disminuida de las olas, se pueden acumular los sedimentos y se forman playas de arena (figura 19).

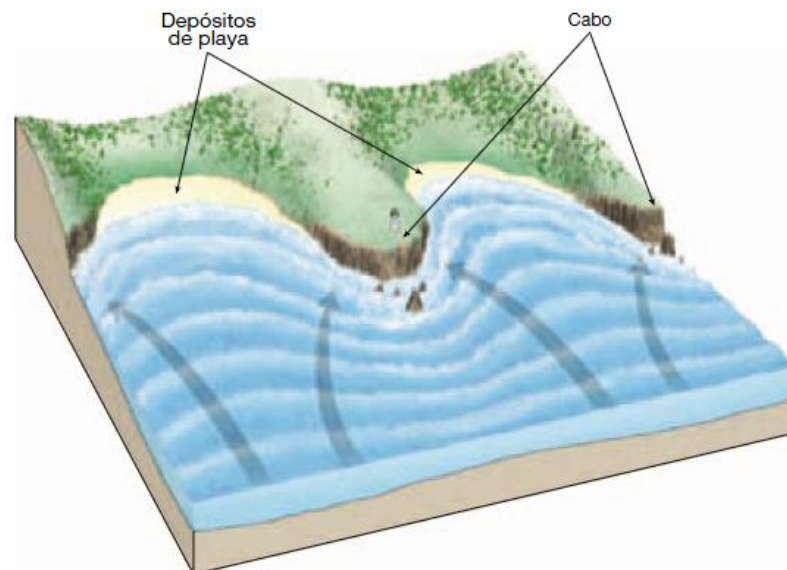


Figura 19. Refracción de las olas a lo largo de una línea de costa irregular (imagen obtenida de Tarbuck & Lutgens, 2005)

Aunque las olas se refractan, siguen llegando ligeramente oblicuas a la línea de costa, es decir, con cierto ángulo. Sin embargo, la costa descende recta por la pendiente de la playa. Este efecto se debe a la Deriva Litoral que desplaza el sedimento en zigzag a lo largo del fondo de playa.

Muchas morfologías costeras se deben a los procesos erosivos.

Los *acantilados litorales* se originan por la erosión marina contra el terreno costero; a medida que progresa, el litoral se vuelve escarpado, con pendiente acusada hasta que se forman paredes verticales o muy abruptas que se denominan acantilados. La erosión en la base del acantilado produce en su retroceso, por sucesivos desplomes, una plataforma a nivel del mar, ligeramente inclinada, denominada plataforma de abrasión. En el pie de esta plataforma se acumulan los sedimentos erosionados y forman la terraza de acumulación.

Los *arcos y chimeneas litorales* se inician como cuevas de lados opuestos de una unidad de roca; cuando estas cuevas se unen se forma un arco litoral. Cuando el arco se hunde, deja un resto aislado que es la chimenea litoral, que se encuentra en la plataforma de abrasión. Con el tiempo la chimenea también será consumida por la acción del oleaje.

La deposición de sedimento también produce diversas formas deposicionales (figura 20).

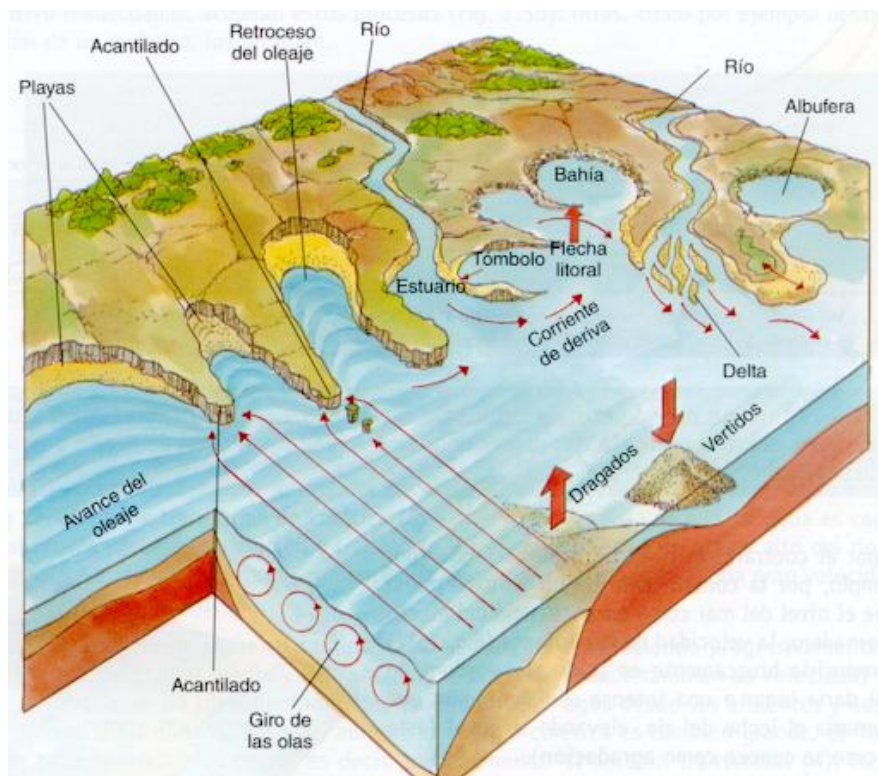


Figura 20. Morfologías costeras debidas a los procesos de sedimentación (Imagen obtenida de Calvo, 2014).

Una *flecha* es una acumulación alargada de arena que se proyecta desde la tierra a la desembocadura de una bahía adyacente. Con frecuencia, el extremo situado en el

agua se curva hacia la tierra formando ganchos en respuesta a la dirección dominante de la corriente de deriva litoral, que tiende a introducirse dentro de las bahías.

También se forman las *barras de bahía* cuando las corrientes son débiles, de modo que una flecha puede llegar a extenderse de un lado a otro de la bahía. Estas barras atraviesan por completo la bahía cerrándola al mar abierto, como por ejemplo la barra del Mar Menor, en Murcia.

Un *tómbolo* es una acumulación de arena que conecta una isla con otra. Su formación es muy parecida al de las flechas. La primitiva isla costera, protege del oleaje a toda el agua que queda detrás de ella, hacia la costa, de modo que ahí se forma un remanso, que es donde se deposita la arena, formando una barra que une la isla al continente formando el tómbolo. En la península tenemos ejemplos como Peñíscola en Castellón o el Peñón de Ifach en Calpe (Alicante), ambos en el Mediterráneo.

Las *islas barrera* son crestas de arena que discurren paralelas a la costa. Su formación es variada, aunque generalmente se originan como flechas que se distancian del continente por la erosión o por la elevación del mar.

4.- ANTECEDENTES Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

4.1. SOBRE EL TEMA A TRABAJAR

Son numerosos los artículos que desarrollan ideas y técnicas en relación a la enseñanza de las ciencias de la tierra y, en concreto, de este tema, la dinámica externa terrestre. A la hora de abordar la educación de esta materia, es conveniente conocer el punto de partida de nuestros alumnos. El conocimiento de las ideas alternativas de los estudiantes puede servir de guía a la hora de desarrollar ejercicios y actividades que consigan afianzar el conocimiento y eliminar cualquier espectro de duda o conceptos erróneos del alumno, mejorando así de manera significativa la calidad de enseñanza-aprendizaje de la asignatura (Dove, 1998).

La investigación de las últimas décadas sobre la comprensión de los conceptos de ciencias en los estudiantes de educación primaria y secundaria revelan que estas ideas suelen ser inconsistentes bajo un pensamiento científico (Driver, 1989). Además, estos conceptos una vez integrados suelen ser difíciles de cambiar y pueden afectar a un posterior aprendizaje (Novak, 1988). Según Hewson (1982), la única manera de alterar estos pensamientos alternativos consiste en presentar el conocimiento al alumno de una forma más inteligible, plausible y fructífera.

Algunas ideas alternativas que los alumnos presentan con respecto a este tema son:

- La abrasión del viento es un tipo de meteorización, no erosión.

- El suelo es marrón y homogéneo.
- El suelo no contiene aire.
- El suelo no cambia
- El flujo de los ríos se debe al viento.
- Los ríos fluyen tierra adentro desde el mar.

Las causas de estas ideas alternativas, tal y como describe Dove (1998), pueden ser varias, como que se enseñen conceptos demasiado avanzados con respecto al conocimiento previo del alumno, o que el lenguaje coloquial derive a una errónea comprensión de los conceptos por parte del alumnado o, como señala Gould (1987), que los jóvenes son incapaces de observar de forma tangible los cambios de las rocas y del suelo a lo largo del tiempo.

Es importante acercar la geología a los jóvenes, pues de ellos depende el futuro, así como conseguir que esta siga siendo atractiva a lo largo de toda su vida. El geólogo Keller (1973; 1974) debatió durante años cómo debía enseñarse la geología para que esta resultase llamativa y relevante incluso cuando los estudiantes alcanzasen la edad adulta. Concluyó que, además de mostrar los fundamentos de la geología, el profesor debía hacer que los alumnos pensasen, aprendieran de los descubrimientos geológicos relevantes para la civilización, valorasen su importancia para los recursos y la economía, y que comprendieran el funcionamiento del planeta como la suma de todas las áreas científicas.

Cuando se descubre una materia por primera vez, es recomendable la utilización de esquemas para comprender el texto. Una vez asentada la base, ese esquema se ramifica con procesos dinámicos, ejemplos y analogías y se emplean más líneas de unión e incluso fotografías e ilustraciones como partes integrales del proceso descriptivo (Love, 1991). Para profundizar en el aprendizaje, una técnica común y eficaz es diseñar un póster. Con esta tarea se desarrollan las habilidades de presentación visual, oral y escrita de los estudiantes y se explota la naturaleza visual de la geología (Kemp & Clark, 1992).

Una forma interesante de acercar el conocimiento al alumnado es mediante la presentación de casos prácticos. Por ejemplo, para explicar la acción biológica en la erosión y transporte de materiales en el medio, Butler (1991) indica que “los maestros pueden usar el castor como un tema de aula y ejemplo de campo para ilustrar los efectos que los animales tienen en el paisaje físico”. Alexander (1991) presenta como temática ilustre los desastres naturales y añade datos y ejercicios en su artículo y los autores Stoffel y Bollschweiler (2009) introduce la dendrogeomorfología como una técnica para estudiar los acontecimientos y procesos ocurridos en el espacio-tiempo.

La competencia digital presente en las aulas del siglo XXI ha conducido a la creación de numerosos programas informáticos que permitan el estudio del paisaje y del modelado geológico del planeta. Algunos de ellos son, por ejemplo, el modelo *UWGeodynamics*, que permite desarrollar modelos geológico-termo-mecánicos en 2D y 3D y que fue diseñado para la investigación y la educación (Beucher *et al.*, 2018) y el modelo *Jupyter*, que es un laboratorio numérico donde los estudiantes pueden experimentar con cambios en las propiedades y fuerzas de las rocas y observar su consecuencia en el sistema (Moresi & Beucher, 2019). Los beneficios del método de educación ABM (Agent-Based Models) son numerosos, destacando la parte del razonamiento mecanicista que desarrolla el alumno cuando él es el administrador de las variables del ecosistema modelado (Dickes, 2016).

También se han desarrollado videojuegos educativos como el videojuego de rol *The Geology Explorer*, que proporciona un entorno virtual multimodal donde el jugador explora y resuelve problemas científicos (Saini-Eidukat *et al.*, 2002). Otra herramienta para la innovación docente sería la aplicación *Google Earth*, que presenta una gran aplicabilidad potencial para enseñar ciencias de la Tierra debido a sus múltiples funciones (Dolliver, 2012; Lisle, 2006).

La metodología STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), que aúna varias disciplinas de manera práctica y amena, motivó la creación de una red donde los profesores pudieran encontrar actividades para presentar y evaluar el conocimiento de sus asignaturas de ciencias de la Tierra. Durante un período de tres años, ciento veinte maestros fueron agentes responsables del progreso de este programa que sirve hoy día a más de 3000 profesores de Norteamérica (Hoff & Leiker, 1992).

4.2. SOBRE LAS TÉCNICAS EDUCATIVAS EMPLEADAS

El aprendizaje de las ciencias experimentales implica, entre otras cosas: (1) un dominio de términos científicos, lo que exige emplear la memoria; (2) una habilidad de visualización de conceptos; (3) una habilidad lectora, adaptando la comprensión a contenidos que incluyen gráficos, tablas y fórmulas; y (4) una capacidad de solución de problemas, mediante el dominio de los principios generales (Navarro, 2004).

La enseñanza trata de proporcionar a los alumnos destrezas para pensar de forma crítica y aprender a solucionar problemas, adquiriendo la capacidad de tomar decisiones y desarrollando habilidades que ayuden a descubrir las mejores opciones. El aprendizaje de las ciencias experimentales supone aprender hechos (acciones o acontecimientos), conceptos, es decir, las representaciones mentales de los objetos, y procedimientos, es decir, la aplicación de los conocimientos a situaciones diferentes.

Además, las ciencias experimentales suponen aprender sobre el desarrollo de valores (principios éticos que permiten emitir un juicio de responsabilidad).

En este tipo de asignaturas, los trabajos que suelen pedirse implican esforzarse en la narración, la descripción, la argumentación, la exposición, la clasificación y la relación, así como la comparación y contraste de ideas.

La realización de un trabajo escrito exige una recogida de información y una redacción. La principal técnica educativa que se emplea durante la unidad didáctica es el uso del trabajo y aprendizaje cooperativo en clase. El término cooperar significa literalmente “trabajar juntos”, ya que procede de las palabras latinas *con*, “juntos” y *operare*, “trabajar”. En nuestros días, la voz *cooperativismo* se asocia a la colaboración económica y a las actividades derivadas de ella. Este pensamiento se extrapoló a las aulas y constituyen hoy día las bases de una de las técnicas didácticas más utilizadas en el ámbito educativo. Extensa es la literatura científica que demuestra, tanto en la teoría como en la práctica, las múltiples ventajas que este método de enseñanza trae al alumnado.

El sistema cooperativo se basa en los principios establecidos por la primera sociedad de cooperación, los *Pioneros de Rochdale*, que se constituyó en la aldea británica de Rochdale en 1844 (Gispert, 2003).

Hasta mediados del siglo XVIII, la población había vivido en una sociedad agraria de unidades domésticas autosuficientes; sin embargo, con la industrialización, la población se trasladó paulatinamente a los centros fabriles. Se pagaba a los obreros en dinero y ellos debían comprar lo que necesitaban. A causa de los monopolios comerciales, los precios de los productos eran muy elevados, de manera que los obreros se agruparon en sociedades para adquirir sus propios bienes a precios más bajos (Vidal, 2002). En Rochdale (Gran Bretaña), un grupo de tejedores constituyeron esta primera cooperativa de consumo y sus reglas se convirtieron en el cimiento de todo el movimiento cooperativista. Este inicial sistema se regía según unas normas muy diferentes a las que hoy se aplican en organismos similares; los requerimientos del comercio moderno y de la racionalización de la producción han dejado en un segundo plano la ideología que inspiró a los Pioneros de Rochdale.

Hoy día el cooperativismo es de dos tipos principales: *cooperativas de consumo* y *cooperativas de producción*.

Las *cooperativas de consumo* se caracterizan por reunir en su seno a los consumidores y procurarles los productos que necesitan; tienen su origen en la asociación de cooperación de consumidores fundada en 1828 por W. King en Gran Bretaña. Las cooperativas pertenecen a sus socios y son dirigidas por ellos mismos. Se pretende mejorar la propia situación económica por medio del apoyo unitario. Los miembros

son copropietarios de la cooperativa en la medida en que han contribuido a ella. Sus principios básicos, recogidos por Gispert (2003) son:

1.- Participación voluntaria de todos los asociados, que pueden adherirse en número ilimitado.

2.- Cada socio posee el derecho a un voto como participación en las decisiones que rigen a la cooperativa y su actuación, independientemente del número de acciones que posea.

3.- Interés limitado sobre el capital.

4.- Los beneficios se distribuyen proporcionalmente según lo que los socios compran o aportan a la sociedad.

5.- Asesoramiento e información a los socios.

6.- Colaboración con otras cooperativas, asociaciones, cooperativas al por menor y almacenes al por mayor.

Las *cooperativas de producción* pertenecen a los trabajadores independientes que, de modo colectivo, se ocupan de la dirección de toda la empresa además de trabajar en la misma. Entre estas se encuentran las cooperativas agrícolas que, por medio de la sociedad, compran maquinaria y materias primas y ponen a la venta los productos obtenidos. Otro ejemplo de esta cooperativa son las que corresponde al gremio de la artesanía.

En las cooperativas de producción, sus miembros pagan una contribución a su sociedad, que les facilita las materias primas y la maquinaria necesaria, y se ocupan de procesar y vender los productos obtenidos. Los beneficios se distribuyen a través de dividendos o de un beneficio adicional sobre los productos vendidos.

Existe una organización internacional, la AIC (Alianza Internacional de Cooperación) que coordina el trabajo de las cooperativas en unos 60 países del mundo. Se fundó en Londres en 1895 y hoy cuenta con aproximadamente 3 millones de cooperativas asociadas; los miembros de las cooperativas representan al menos el 12 % de la humanidad, datos obtenidos de la página web de ACI (s.f.).

La idea del cooperativismo se llevó a las aulas como un método de enseñanza/aprendizaje que permitiera obtener un beneficio común bajo el trabajo grupal. La premisa de fondo es que el grupo es una fuente de recursos infinita, tanto de conocimiento como de competencias; por ello, la participación conjunta y el intercambio de recursos de todas las personas implicadas en el trabajo puede derivar a una comprensión completa del tema y a un aprendizaje significativo (Johnson & Johnson, 1983).

Esta metodología comenzó en los años setenta del siglo pasado, con abundante bibliografía de los autores Johnson D.W. y Johnson R.T., y desde entonces ha evolucionado adaptándose en la práctica a las nuevas generaciones de alumnos (Serrano & Pons, 2014). Su éxito reside, tal y como señala Gentile (2004), en que los alumnos son protagonistas activos de su propio aprendizaje. Esta sensación de realización personal motiva a los alumnos y potencia su interés en aprender. Este método procura que los alumnos sean autónomos, reflexivos, capaces de innovar y de ser creativos (Formento-Torres, 2019; Kagan & Stenlev, 2006).

Johnson y Johnson (2014), describen los cuatro retos ante los que se encuentra la sociedad del siglo XXI. La cooperación juega un papel central en estos retos, que son: (1) el rápido aumento de la interdependencia global, y por tanto, un incremento en la frecuencia de conflictos, (2) la suma de nuevos regímenes democráticos en el mundo, (3) la necesidad de emprendedores creativos y (4) la creciente importancia de las relaciones interpersonales que afectan al desarrollo de la identidad personal.

El aprendizaje cooperativo se emplea frecuentemente tanto en educación formal como no formal. Esto se debe principalmente a dos motivos: el primero, la excepcionalidad de esta técnica, pues se basa en una gran cantidad de teorías sólidas de psicología, sociología, economía, política y otras ciencias sociales. Se ha estudiado profundamente en la rama de la psicología donde consta con varios adeptos como Piaget y Vygotsky en su beneficio para el desarrollo cognitivo o Johnson y Johnson en las teorías de aprendizaje e interdependencia social. El segundo motivo es su aplicabilidad universal. Hay más de 900 estudios de investigación que avalan que el aprendizaje cooperativo es más efectivo que el aprendizaje individual y competitivo. Cada estudio tenía una diferente orientación y grupo de estudio, donde los individuos estudiados eran distintos en cultura, edad y clase económica, y en la inmensa mayoría el resultado siempre es propicio para el trabajo cooperativo (Johnson, Johnson & Stanne, 2000; Serrano & Pons, 2014).

Para descubrir todas las bondades de esta metodología, esta debe aplicarse de manera correcta en el aula. Para ello, es imprescindible que el profesor o profesora cree un clima de trabajo apacible en el que los alumnos estén predispuestos a escuchar, comprender, y empatizar con sus compañeros. Deben saber que en los grupos de trabajo, pequeños y heterogéneos, todos juegan un papel clave para la realización del trabajo; todos encajan como las piezas de un puzzle (Pujolàs-i Maset, 2009).

Se puede decir que el aprendizaje cooperativo consta de cinco componentes esenciales: la interdependencia positiva, la responsabilidad individual en el aprendizaje, la interacción cara a cara, las habilidades interpersonales inherentes a pequeños grupos y la evaluación de los resultados y los procesos (Iborra & Dasí, 2012).

Se entiende la *interdependencia positiva* como la percepción de que el éxito individual está relacionado con el éxito del resto de compañeros de equipo. Cuando este sentimiento existe, todos los miembros del equipo se entregan para conseguir un beneficio entre todos y se apoyan mutuamente durante el desempeño del trabajo. Slavin (2014) hace hincapié en la importancia de la motivación del grupo para lograr los objetivos grupales e individuales y así conseguir el éxito. La utilización de técnicas de aprendizaje cooperativo ayuda a que el estudiante asocie el éxito del equipo a su participación individual en el trabajo, es decir, a causas internas e inestables. Este sujeto, tanto si se obtienen resultados positivos como negativos, puede reconducir la situación y se esforzará por el bien común; lo que deriva a que tome el control activo de su aprendizaje y aumente la confianza en sí mismo (Pérez-Sánchez & Poveda-Serra, 2010).

La *responsabilidad individual de aprendizaje* supone que el alumno se siente responsable del aprendizaje propio y del de los compañeros de equipo. Esta responsabilidad se obtiene cuando se supervisa el desarrollo del trabajo; el alumno evalúa el rendimiento, tanto individual como del grupo, y se hace responsable del logro de los objetivos (La Prova, 2017).

La *interacción cara a cara* permite el intercambio de recursos e información por parte de los miembros del equipo, así como la mejora en las relaciones interpersonales. Cuando los miembros de un equipo aprenden a escuchar y a trabajar juntos aumenta su eficiencia en la toma de decisiones, razonamiento y aprendizaje. León del Barco *et al.* (2017), en su estudio, afirman que “el trabajo en equipo con técnicas de aprendizaje cooperativo influye en la potencia de equipo, es decir, la confianza en el equipo aumenta cuando los estudiantes trabajan en equipo”.

Las *habilidades interpersonales inherentes a pequeños grupos* son habilidades sociales de trabajo en equipo que se adquieren tras un esfuerzo por colaborar de manera conjunta en la realización de un trabajo. Algunas de estas habilidades son el compromiso de equipo, la comunicación sin ambigüedad, la asertividad, la tolerancia y el apoyo mutuo (Kagan & Stenlev, 2006). Cuando la interacción es continua y la reflexión es conjunta, se deriva a una mayor capacidad de resolución de conflictos en el equipo, llegando a conclusiones y toma de decisiones consensuadas. Implica un mayor interés tanto por los objetivos personales como por los del equipo (Iborra & Dasí, 2012).

La *evaluación de resultados y de procesos* supone la reflexión sobre el trabajo realizado y el resultado obtenido. Se medita y recapacita en el concepto de que tanto el esfuerzo realizado durante la tarea como el resultado son igual de importantes. Cuando se realiza una buena autoevaluación de equipo, la eficiencia del trabajo en grupo se enriquece al mejorar la técnica, la planificación, la organización... durante la realización

de la tarea. Como señalan los autores Iborra & Dasí, el equipo se vuelve ambidiestro, es decir, es capaz de explorar y explotar el conocimiento simultáneamente; se convierte en un equipo competitivo, capaz de adaptarse y aumentar su capacidad de desempeño. Estas habilidades, en el futuro, podrán permitirles un alto rendimiento profesional (Kagan & Stenlev, 2006).

No obstante, también se encuentran problemas en el aula cuando se realizan trabajos con el método cooperativo. Principalmente son dos: la dificultad en la gestión de conflictos con los compañeros y, sobre todo, la presencia de alumnos que no quieren trabajar (Formento-Torres, 2019). Para el profesor, ejecutar esta metodología puede traer consigo una serie de retos o dificultades a superar, como cómo distribuir los grupos de manera justa y equitativa, enseñar las habilidades sociales necesarias en los alumnos y cómo determinar el grado de aprendizaje de los estudiantes (Gillies & Boyle, 2010).

Como se mencionaba anteriormente, para que esta técnica se desarrolle con éxito es necesaria una preparación previa del aula. El aprendizaje cooperativo solo puede introducirse en un contexto en el que los alumnos han aprendido habilidades sociales apropiadas y los profesores deben haber sido entrenados anteriormente para realizar clases con trabajo en equipo (Blatchford *et al.*, 2003). Asimismo, Hertz-Lazarowitz (2008) destaca la importancia del espacio físico donde se produzca la actividad, como, por ejemplo, la distribución de las mesas en grupos de cuatro personas de manera que todos los participantes puedan verse y dialogar abiertamente. En cualquier caso, se considera la complejidad y multidimensionalidad del aprendizaje por pequeños grupos y la importancia de preparar el contexto adecuado.

Formento-Torres (2019) observa aspectos positivos y negativos en los resultados obtenidos del trabajo en clase. Por ejemplo, en el aspecto positivo, se descubren alumnos que, generalmente, presentan una actitud pasiva, con interés en la tarea y preocupación de que esta esté bien hecha. También sorprende la rapidez y espontaneidad con la que los alumnos se reparten los roles de trabajo y cómo se ayudan mutuamente. Destaca la aplicación de conocimientos previos como las TIC o conocimiento de otras asignaturas para la solución de problemas. También resulta positivo ver el florecer y adaptación social de aquellos alumnos que presentan una baja autoestima.

Se observa un progreso notable en alumnos que han trabajado con técnicas de aprendizaje cooperativo con respecto a los que no lo han hecho; cuando están entrenados en esta técnica, tienen una mejor expresión oral y no verbal en público, el diseño y la confección del material a presentar tiene mayor calidad, y también mejoran académicamente (Formento-Torres, 2019; Kagan & Stenlev, 2006). Esta mejora en los resultados académicos se debe a varios motivos: se evita el absentismo mental que

presentan los alumnos desmotivados; la mejora en sus competencias instrumentales o competenciales les da seguridad en sí mismos, mejorando la autoestima de los estudiantes; muestran un avance madurativo, tanto con respecto a los estudios como personalmente; los alumnos se conocen mejor a sí mismos y se integran socialmente en el grupo clase (Blatchford *et al.*, 2003).

En cuanto a los aspectos negativos, se encuentran alumnos que no están acostumbrados a tener responsabilidades personales y por ello esta técnica les causa rechazo. También se encuentran distintos intereses en los alumnos, por lo que la motivación y trabajo en grupo no siempre van a una. La discrepancia entre los participantes del equipo puede derivar a conflictos que no saben gestionar (Formento-Torres, 2019; Gillies & Boyle, 2010).

La preparación del profesor es clave para solventar estos aspectos negativos. Los alumnos deben salir de la burbuja de proteccionismo parental en las que se encuentran y ser responsables de sus estudios; para ello, necesitan del apoyo emocional de los profesores. También necesitan la confianza para pedir ayuda al profesor cuando no sepan cómo enfrentarse a los conflictos de manera asertiva. La figura del profesor debe ser mediadora y orientadora para que los alumnos encuentren la mejor solución, aunque sean ellos los que tomen la decisión por sí mismos (López & Acuña, 2011).

Otra dificultad de las técnicas de aprendizaje cooperativo es la dificultad para evaluar el trabajo realizado. Según Iborra e Izquierdo (2010), se debe evaluar mediante tres procesos: el trabajo grupal diario, la elaboración del contenido por parte de cada grupo y el port-folio o trabajo a elaborar. El proceso con mayores inconvenientes para llevarlo a la práctica es el trabajo diario, pues es casi imposible que un profesor sea capaz de observar todos los grupos de trabajo a diario dado el alto ratio de estudiantes por aula que tenemos hoy día en las clases de Educación Secundaria Obligatoria. Otro problema con el que se encuentra el profesor y el alumnado es la falta de tiempo. El cronograma está tan al límite que se sacrifican algunas partes del trabajo; por ello, por norma general, apenas queda tiempo para la autoevaluación de los grupos.

No obstante, hoy día existen programas y aplicaciones que ayudan a monitorizar el trabajo diario e incluso ver la actividad realizada por cada miembro del equipo. Un ejemplo de ello es la plataforma de Google Drive, un servicio de alojamiento de archivos que se asocia a una dirección de correo electrónico, de modo que un usuario puede guardar y compaginar los mensajes de correo electrónico de Gmail y las imágenes de Google+ en la plataforma. Además, facilita el uso de aplicaciones integradas como Documentos de Google, Presentaciones de Google y Hojas de cálculo de Google, que son un procesador de texto, un programa de presentación básico y hojas de cálculo, respectivamente. Es completamente gratuito, y ofrece ventajas como

el guardado automático y la flexibilidad de poder trabajar varios usuarios a la vez sobre un documento y observar al instante los cambios y modificaciones realizados por cada usuario en el mismo. Además, se puede ver un historial de guardado que muestra el trabajo y las modificaciones realizadas por cada miembro del equipo; esto puede servirles a ellos para controlar el reparto equitativo de las tareas y las aportaciones individuales de cada compañero.

Con este apunte, se resalta la ventaja que puede suponer el uso de las TIC para hacer frente a posibles dificultades que se desarrollan a lo largo del trabajo cooperativo. Además, la gran variedad de plataformas virtuales de enseñanza-aprendizaje permiten la interacción síncrona o asíncrona del profesorado y el alumnado mediante el uso de ordenadores y dispositivos móviles (Herrada-Valverde & Baños-Navarro, 2018).

El uso de las TIC como estrategia de aprendizaje estimula a los estudiantes a adquirir un rol protagonista en su aprendizaje y permite al profesor ser un catalizador de dicho proceso (Boude-Figueroa & Medina-Rivilla, 2011).

En el libro *Háblame de TIC. Tecnología digital en la educación superior* (Ramírez-Martinell & Casillas, 2014) se trata de esclarecer la complejidad educativa en el uso de las TIC y el inevitable futuro educacional en este ámbito. Tal y como afirman Medina-Rivilla y Pérez-Navío en el prólogo del libro, los profesores y alumnos deben dominar las habilidades propias de esta nueva época digital y subrayan la idoneidad del contexto escolar para la enseñanza y aprendizaje de este conocimiento. Bustos y Román (2011) coinciden con este pensamiento y añaden que las escuelas están realizando un gran esfuerzo para ofrecer a los estudiantes la opción del uso de nuevas tecnologías. La ayuda de las escuelas en la oferta y disponibilidad de tecnología TIC en el aula es vital pues aún hoy existen profundas desigualdades en el acceso a ellas en los hogares. La brecha digital está asociada al diferente nivel de ingresos, el lugar de residencia y el ritmo de vida familiar, entre otros factores (Sunkel, 2006). Por ello, el gobierno desarrolla estrategias para facilitar ordenadores a los centros.

En Andalucía, España, se publican la Orden de 28 de octubre de 2005, por la que se convocan proyectos educativos de centro para la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación a la educación (centros TIC), y la Orden de 21 de julio de 2006, por la que se regula el procedimiento para la elaboración, solicitud, aprobación, aplicación, seguimiento y evaluación de los planes y proyectos educativos que puedan desarrollar los Centros Docentes sostenidos con fondos públicos y que precisen de aprobación por la Administración Educativa. El objetivo consiste en desarrollar proyectos educativos de centro para la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación a la educación. Bajo esta legislación, los centros presentaban su proyecto TIC y la Consejería de Educación les facilitaba los recursos necesarios para llevarlo a cabo. Por ejemplo, facilita una conexión a Internet de banda

ancha a través de la red corporativa, infraestructura de red local con cableado estructurado hasta las aulas y enlace inalámbrico final para los ordenadores del alumnado y del profesorado del centro. También se otorga equipamiento informático para el alumnado, se da acceso a la plataforma PASEN para la gestión y prestación de los servicios integrales de atención a la comunidad educativa o la formación y asesoramiento específico a los equipos directivos, equipos de coordinación y profesorado del centro para un mejor aprovechamiento de los recursos informáticos y su incorporación a la docencia.

Con ello se contribuye a disminuir la brecha digital entre el alumnado y se toman medidas contra la analfabetización digital de los alumnos y alumnas, así como la promoción desde los centros al uso de estas tecnologías en el seno de las familias andaluzas.

No solo es importante el acceso a las tecnologías, si no también la formación del profesorado en conocimiento TIC y su habilidad para integrarlo en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Delgado *et al.*, 2009; Sunkel, 2006). El profesorado debe estar comprometido con su labor docente y debe involucrarse en la innovación educativa. Así, los centros de profesorado (CEP) organizan constantemente cursos de enseñanza TIC, consecuentes con la actual relevancia de las nuevas tecnologías en las aulas.

Sin embargo, pese a la vigente importancia del tema, hay pocas revisiones e investigaciones que promuevan el uso de las nuevas tecnologías en el aprendizaje cooperativo (Herrada-Valverde & Baños-Navarro, 2018; Bustos & Román, 2011).

Al final de esta unidad didáctica se realiza un pequeño experimento con el fin de que los alumnos comprendan los conceptos científicos del temario y puedan corregir las posibles ideas previas erróneas que tuvieran. En numerosas ocasiones, las ideas alternativas erróneas se deben a la incapacidad de observar el fenómeno, bien sea por su escala espacial o bien por su escala temporal (Meir *et al.*, 2005). El uso de experimentos (teóricos, físicos o virtuales) y de ejemplos prácticos puede ser una gran herramienta para acercar el fenómeno al estudiante.

La visualización y manipulación experimental puede facilitar que los alumnos entiendan conceptos y leyes físicas que requieren un avanzado pensamiento abstracto (Velentzas & Halkia, 2013). No obstante, Koponen y Mäntylä (2006), proponen un avance teórico epistemológico previo al experimento. Aseguran que una base teórica y una contextualización histórica pueden ser claves para reconstruir el concepto de algunos experimentos y extrapolarlo al que se realice o estudie en clase.

Otros autores, como Brown (1992), piensan que el uso de ejemplos y experimentos en clase es más útil en la consolidación de intuiciones válidas que tiene el alumnado que en el cambio de ideas previas erróneas. Para ayudar a los alumnos a crear un nuevo

concepto es importante que los ejemplos que se muestren sean comprensibles y creíbles; por ello, el desarrollo de un buen experimento puede servir como referencia visual para comprender y poder explicar un fenómeno.

5.- ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS

Con la realización del trabajo escrito y teórico mediante la metodología del aprendizaje cooperativo se pretende desarrollar las habilidades sociales de los alumnos, su motivación e interés por las ciencias geológicas. Mediante el diseño del experimento realizado en clase y la solución de interrogantes que surjan durante el mismo se busca la comprensión de la aplicabilidad e importancia de la geología en la sociedad actual. Mediante el uso de las TIC, se piensa en un trabajo multidisciplinar donde los estudiantes sean capaces de explotar todo el conocimiento que poseen sobre distintas ramas del saber. De estas aspiraciones, se evaluarán los siguientes objetivos:

- Contrastar información y redactar de forma escrita y ordenada la misma.
- Comprender problemáticas del mundo actual y argumentar la solución a estos acontecimientos.
- Desarrollar y ampliar el uso de las TIC como recurso para el aprendizaje.
- Aprender a trabajar cooperativamente en equipo.

6.- UTILIDAD PRÁCTICA DEL TEMA

Cuando los alumnos realizan el experimento en clase, comprenden los cambios que se producen en la superficie terrestre por medio de la erosión, el transporte y la sedimentación de los materiales. Con esta nueva perspectiva, y el planteamiento de dudas y ejemplos prácticos de la vida real, los alumnos podrán tomar conciencia de las consecuencias de la acción humana sobre el medio. Asumen la importante responsabilidad del ser humano en cada proyecto que realiza: infraestructuras urbanas, puentes, pozos, desvíos del trazado natural de ríos, creación de presas, y un amplio etcétera.

También comprenden la creación y modelado de los distintos paisajes terrestres: karsts, acantilados, deltas... y cómo los distintos relieves y las condiciones geológicas del medio condicionan la biodiversidad en flora y fauna de la zona.

PROYECCIÓN DIDÁCTICA

7.- LEGISLACIÓN EDUCATIVA DE REFERENCIA.

La legislación educativa de referencia para la proyección didáctica y la programación correspondiente a la asignatura de Biología y Geología de 3º de Educación Secundaria Obligatoria se basa en la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación y la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE), publicada en el Boletín Oficial del Estado el 10 de diciembre de 2013.

Los diferentes apartados que constan en este capítulo vienen contenidos en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. A nivel autonómico, viene recogido en el Decreto 111/2016, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía y en la Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado.

8.- CONTEXTUALIZACIÓN DEL CENTRO ESCOLAR

Se trata de un centro situado en la zona suroeste de la ciudad. Las familias de los alumnos se pueden clasificar en cuanto a sus ingresos económicos en un estrato medio de la población. Generalmente se trata de familias estructuradas, con un nivel de estudios medio. En la mayoría de los domicilios, el alumnado tiene acceso a espacios básicos para realizar las actividades de estudio y de ocio, con presencia de un ordenador y una biblioteca para su uso.

Las principales aficiones del alumnado son las actividades deportivas, las derivadas del uso tecnológico y salir con los amigos. La adaptación escolar del alumnado es buena, estando satisfechos con el profesorado, el centro y la docencia.

El edificio del centro tiene dos plantas, en las que se distribuyen distintas instalaciones como una biblioteca, un laboratorio, un gimnasio, un aula específica de informática, un aula específica de música y un aula específica de plástica, un salón de actos y dependencias destinadas a la administración del centro, además de las aulas coloquiales. El centro presenta tres pistas deportivas, uno frontal destinado al alumnado de la etapa de infantil, y dos traseros al edificio, uno para el alumnado de educación primaria y otro para el alumnado de educación secundaria.

Los objetivos del centro se centran en conseguir un desarrollo intelectual y ético-moral del alumnado, fomentando así valores tales como la empatía, el trabajo en equipo, la solidaridad, la cooperatividad, el emprendimiento y el esfuerzo personal.

9.- CONTEXTUALIZACIÓN DEL AULA. ASPECTOS PSICOLÓGICOS Y PEDAGÓGICOS DEL ALUMNADO.

La psicología estudia mente y conducta individuales, pero, como afirmó Aristóteles hace 2400 años, “el hombre es un animal político por naturaleza”, y, como tal, está relacionado con otras personas entendidas como un grupo social con unos comportamientos y valores culturales. El hombre es, por lo tanto, un “ser social”; individuo y sociedad mantienen un proceso de reciprocidad e interacción. Éste es precisamente el campo de estudio de la denominada psicología social, con una perspectiva distinta que le permite integrar otras ciencias y disciplinas (Navarro, 2004).

Paralelamente, temas propios de la sociología, como, por ejemplo, la estratificación social o el conflicto social, se relacionan directamente con la conducta individual. Todo este ámbito puede estudiarse en el ecosistema del aula.

La denominada sociología funcionalista, afianzada sobre todo en Estados Unidos, se ha convertido en una disciplina afín a la psicología social. Los conceptos de actor social, rol social y estatus social constituyen los tres ejes de su campo de actividad. El individuo es, desde ese punto de vista, un actor social. En el desarrollo de su acción, este individuo debe desempeñar una actividad acorde con la lógica del sistema; para ello despliega una serie de comportamientos (roles) que dan contenido a las distintas facetas de su vida. Ésta, al mismo tiempo, tiene unas expectativas determinadas (estatus), cuyos límites son fijados por las instituciones. El éxito o el fracaso vendrían determinados, según esta teoría, por el mejor o peor funcionamiento de los procesos de adaptación. Para el funcionalismo, un sistema social sano es aquel cuya anatomía y fisiología funcionan perfectamente por el ajuste de la conducta de sus miembros a los valores imperantes (Navarro, 2004).

La psicología social fragmenta la totalidad social para analizar al individuo en relación con un grupo determinado como la familia, el grupo de amigos, el grupo de clase... El individuo desarrolla, en el curso de su existencia, una serie de relaciones con los demás individuos y con las instituciones con las cuales se identifica la sociedad. Un grupo sería, así, una multiplicidad de individuos vinculados entre sí de tal modo que cada uno de ellos se siente parte de un “nosotros” común (Navarro, 2004; Solé, 1996).

El aprendizaje es un proceso inherentemente social que, como detallan Cubero-Pérez *et al.* (2007), presenta tres características esenciales. En primer lugar, se concibe como

una construcción de conocimiento basada en un contexto educativo; históricamente se asociaba a las labores de gremios, por ejemplo, pero hoy día se asume en el contexto del aula. En segundo lugar, se produce por la comunicación entre el maestro y el aprendiz. El aprendiz interpreta el mundo a partir de la interacción social y educativa con el maestro. Se asume que una buena comunicación es una herramienta indispensable en la práctica docente pues con ella se pueden modificar ideas, costumbres y otros rasgos de la personalidad del individuo o del grupo (Aguirre-Raya, 2002). En tercer lugar, el aprendizaje es un proceso de socialización entre iguales; los alumnos definen una forma de hablar específica del contexto de la escuela. La interacción entre los alumnos definirá la personalidad del grupo clase y de los individuos pertenecientes a ella (Solé, 1996).

El alumnado de esta clase está formado por adolescentes de 14 y 15 años. Las autoras Garaigordobil y Durá (2006) anotan que, a esta edad, los chicos suelen tener más autoestima, sobreconfianza, desajuste emocional y tolerancia al estrés que las chicas. Mientras que las chicas suelen tener más habilidades sociales, actitudes cooperativas y adaptación a los cambios. Además, como señalan estas autoras, son múltiples los estudios que aseguran que no existen diferencias significativas entre chicos y chicas en sentimientos de felicidad, pero sí se confirma que las chicas suelen padecer de ansiedad y depresión con mayor frecuencia que los chicos. Esto puede explicarse por el mayor nivel de autocrítica de las mujeres en la evaluación de sí mismas. Tienen a identificar “lo que falta” en contraposición a los hombres que identifican “lo que tienen”; lo que conduce a que ellas desarrollen más sentimientos ansioso-depresivos.

Los resultados del estudio de Garaigordobil y Durá (2006), en apoyo del resultado de otros autores como Calvo *et al.* (2001) y Rigby & Slee (1993), sugieren que los adolescentes de esta edad, independientemente del sexo, son más cooperativos, tienen más inteligencia social, mayor tolerancia al estrés, mayor perseverancia y menos desajuste emocional cuanto mayor autoconcepto y autoestima tengan.

Además, en esta clase hay que prestar especial atención a un alumno que presenta TDAH. El diagnóstico médico profesional se basa en el *Manual diagnóstico y estadístico* (DSM-5), de la Asociación Estadounidense de Psiquiatría (American Psychiatric Association) (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, s.f.). En la siguiente tabla (tabla 1) se muestran los criterios y algunos patrones que sirven para certificar que un individuo tiene los síntomas propios del TDAH.

SÍNTOMA	CRITERIO	PATRÓN
Falta de atención	Presencia durante al menos 6 meses de seis o más de patrones de falta de atención para individuos de hasta 16 años, o cinco o más para individuos mayores de 16 años.	<ul style="list-style-type: none"> → Comete errores por descuido → Tiene problemas para mantener la atención → Parece que no escucha cuando se le habla directamente → Tiene problemas para organizar tareas → No cumple instrucciones o no logra completar una tarea → A menudo pierde cosas
Hiperactividad e impulsividad	Presencia durante al menos 6 meses de seis o más de patrones de hiperactividad e impulsividad para individuos de hasta 16 años, o cinco o más para individuos mayores de 16 años.	<ul style="list-style-type: none"> → A menudo se mueve nerviosamente o da golpecitos con manos y pies → Es incapaz de quedarse sentado aunque esté en una situación que lo requiera → A menudo habla de manera excesiva → A menudo responde antes de que se termine la pregunta → Le cuesta esperar su turno → Interrumpe a menudo a otros en conversaciones o juegos

Tabla 1. Criterios y patrones que sirven para evaluar la sintomatología de un individuo con TDAH. Tabla de elaboración propia basada en información obtenida de Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, s.f. y Sanitas, s.f.

Además, debe cumplirse que algunos de estos síntomas aparecieran antes de los 12 años, que los síntomas se presenten en varios contextos (como por ejemplo en el hogar y en la escuela) y que los síntomas no estén asociados a otro trastorno mental como trastorno de ansiedad o trastorno de la personalidad (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, s.f.).

Según los síntomas se concluye que hay tres tipos de TDAH: presentación combinada si hay equilibrio de ambos síntomas, presentación en la que predomina la falta de atención y presentación en la que predomina la hiperactividad/impulsividad (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, s.f.; Sanitas, s.f.). El alumno de este grupo tiene una presentación combinada de TDAH.

No se conocen las causas del TDAH, aunque los estudios realizados al respecto apuntan al factor genético (Sanitas, s.f.). En los últimos años ha habido mucho interés en encontrar tratamientos óptimos para paliar los síntomas de este trastorno. Si bien se han evidenciado resultados positivos con la farmacoterapia, las terapias comportamentales y la combinación de ambas, emocionalmente causan un estigma para el individuo por la poca aceptación social que reciben por parte de sus compañeros (Latorre-Cosculluela *et al.*, 2018). Por ello, desde el punto de vista psicoeducativo, se sugiere una actuación que integre al alumno en el grupo clase.

10.- ELEMENTOS CURRICULARES BÁSICOS

10.1. COMPETENCIAS BÁSICAS

De las competencias básicas recogidas en la Orden ECD/65/2015, se trabajan en esta unidad didáctica:

Comunicación lingüística	X
Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología	X
Competencia digital	X
Aprender a aprender	X
Competencias sociales y cívicas	
Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor	
Conciencia y expresiones culturales	

La competencia de la comunicación lingüística es esencial para el desempeño de esta unidad didáctica. La información será trabajada mediante trabajo cooperativo; para ello, los alumnos deberán comunicarse entre ellos de forma adecuada, sin ambigüedades, respetuosa y asertiva. Además, realizan un trabajo escrito que será corregido por el profesor. En este trabajo escrito se aprecia la capacidad de síntesis y cohesión de la información. Se valorará la correcta expresión oral del alumnado cuando se realice la puesta en común de la información obtenida en equipo.

La competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología se verá abordada durante la realización del trabajo escrito y será aplicado en el desarrollo del experimento realizado en clase.

La competencia digital y la competencia de aprender a aprender se integrarán en la realización del trabajo escrito en grupo mediante trabajo cooperativo. Utilizarán las tecnologías de la información y la comunicación para obtener la información y presentar el conocimiento aprendido a sus compañeros. El trabajo cooperativo otorga al alumno un papel activo en su aprendizaje y, por tanto, ayuda a que el estudiante descubra las técnicas y metodologías más eficaces para aprender, permitiendo así el florecimiento de una motivación en el alumno por el proceso de aprendizaje.

10.2. OBJETIVOS

10.2.1. Objetivos de etapa

Los objetivos generales de etapa están determinados a nivel estatal en el artículo 11 del Real Decreto 1105/2914, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. A nivel autonómico aparecen especificados en el artículo 3 del Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía. La Educación Secundaria Obligatoria contribuirá a desarrollar en los alumnos y en las alumnas las capacidades que les permitan:

- a) Asumir responsablemente sus deberes, conocer y ejercer sus derechos en el respeto a los demás, practicar la tolerancia, la cooperación y la solidaridad entre las personas y grupos, ejercitarse en el diálogo afianzando los derechos humanos y la igualdad de trato y de oportunidades entre mujeres y hombres, como valores comunes de una sociedad plural y prepararse para el ejercicio de la ciudadanía democrática.
- b) Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.
- c) Valorar y respetar la diferencia de sexos y la igualdad de derechos y oportunidades entre ellos. Rechazar la discriminación de las personas por razón de sexo o por cualquier otra condición o circunstancia personal o social. Rechazar los estereotipos que supongan discriminación entre hombres y mujeres, así como cualquier manifestación de violencia contra la mujer.

- d) Fortalecer sus capacidades afectivas en todos los ámbitos de la personalidad y en sus relaciones con los demás, así como rechazar la violencia, los prejuicios de cualquier tipo, los comportamientos sexistas y resolver pacíficamente los conflictos.
- e) Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación.
- f) Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.
- g) Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.
- h) Comprender y expresar con corrección, oralmente y por escrito, en la lengua castellana y, si la hubiere, en la lengua cooficial de la Comunidad Autónoma, textos y mensajes complejos, e iniciarse en el conocimiento, la lectura y el estudio de la literatura.
- i) Comprender y expresarse en una o más lenguas extranjeras de manera apropiada.
- j) Conocer, valorar y respetar los aspectos básicos de la cultura y la historia propias y de los demás, así como el patrimonio artístico y cultural.
- k) Conocer y aceptar el funcionamiento del propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias, afianzar los hábitos de cuidado y salud corporales e incorporar la educación física y la práctica del deporte para favorecer el desarrollo personal y social. Conocer y valorar la dimensión humana de la sexualidad en toda su diversidad. Valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud, el consumo, el cuidado de los seres vivos y el medio ambiente, contribuyendo a su conservación y mejora.
- l) Apreciar la creación artística y comprender el lenguaje de las distintas manifestaciones artísticas, utilizando diversos medios de expresión y representación.

10.2.2. Objetivos de materia

Los objetivos de la materia vienen dictados por cada comunidad autónoma. En Andalucía aparece en el ANEXO I de la Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado.

La enseñanza de la Biología y Geología en esta etapa tendrá como finalidad el desarrollo de las siguientes capacidades:

1. Comprender y utilizar las estrategias y los conceptos básicos de la Biología y Geología para interpretar los fenómenos naturales, así como para analizar y valorar las repercusiones de desarrollos científicos y sus aplicaciones.
2. Aplicar, en la resolución de problemas, estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias, tales como la discusión del interés de los problemas planteados, la formulación de hipótesis, la elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales, el análisis de resultados, la consideración de aplicaciones y repercusiones del estudio realizado y la búsqueda de coherencia global.
3. Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, interpretar diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas elementales, así como comunicar a otras personas argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia.
4. Obtener información sobre temas científicos, utilizando distintas fuentes, incluidas las tecnologías de la información y la comunicación, y emplearla, valorando su contenido, para fundamentar y orientar trabajos sobre temas científicos.
5. Adoptar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas.
6. Desarrollar actitudes y hábitos favorables a la promoción de la salud personal y comunitaria, facilitando estrategias que permitan hacer frente a los riesgos de la sociedad actual en aspectos relacionados con la alimentación, el consumo, las drogodependencias y la sexualidad.
7. Comprender la importancia de utilizar los conocimientos de la Biología y Geología para satisfacer las necesidades humanas y participar en la necesaria toma de decisiones en torno a problemas locales y globales a los que nos enfrentamos.
8. Conocer y valorar las interacciones de la ciencia con la sociedad y el medio ambiente, con atención particular a los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad y la necesidad de búsqueda y aplicación de soluciones, sujetas al principio de precaución, para avanzar hacia un futuro sostenible.
9. Reconocer el carácter tentativo y creativo de las ciencias de la naturaleza, así como sus aportaciones al pensamiento humano a lo largo de la historia, apreciando los

grandes debates superadores de dogmatismos y las revoluciones científicas que han marcado la evolución cultural de la humanidad y sus condiciones de vida.

10. Conocer y apreciar los elementos específicos del patrimonio natural de Andalucía para que sea valorado y respetado como patrimonio propio y a escala española y universal.

11. Conocer los principales centros de investigación de Andalucía y sus áreas de desarrollo que permitan valorar la importancia de la investigación para la humanidad desde un punto de vista respetuoso y sostenible.

10.2.3. Objetivos específicos

Los objetivos específicos de la unidad didáctica son:

OE 1. Distinguir los distintos factores que modelan el relieve

OE 2. Reconocer los distintos agentes geológicos externos

OE 3. Distinguir los procesos geológicos externos.

OE 4. Comprender los modelos explicativos de la dinámica externa terrestre.

OE 5. Reconocer las distintas formas de modelado del relieve.

OE 6. Comprender las acciones geológicas de los seres vivos.

OE 7. Reconocer al ser humano como agente geológico

10.3. CONTENIDOS, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE

Los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje correspondientes a la asignatura de Biología y Geología de 3º de ESO se encuentran en el Anexo I del Real Decreto 1105/2914, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. A nivel autonómico aparecen en el Anexo I de la Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado.

Bloque 5. El relieve terrestre y su evolución		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
<p>Factores que condicionan el relieve terrestre. El modelado del relieve. Los agentes geológicos externos y los procesos de meteorización, erosión, transporte y sedimentación.</p> <p>Las aguas superficiales y el modelado del relieve. Formas características. Las aguas subterráneas, su circulación y explotación. Acción geológica del mar.</p> <p>Acción geológica del viento. Acción geológica de los glaciares. Formas de erosión y depósito que originan.</p> <p>Acción geológica de los seres vivos. La especie humana como agente geológico</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar algunas de las causas que hacen que el relieve difiera de unos sitios a otros. 2. Relacionar los procesos geológicos externos con la energía que los activa y diferenciarlos de los procesos internos. 3. Analizar y predecir la acción de las aguas superficiales e identificar las formas de erosión y depósitos más características. 4. Valorar la importancia de las aguas subterráneas, justificar su dinámica y su relación con las aguas superficiales. 5. Analizar la dinámica marina y su influencia en el modelado litoral. 6. Relacionar la acción eólica con las condiciones que la hacen posible e identificar algunas formas resultantes. 7. Analizar la acción geológica de los glaciares y justificar las características de las formas de erosión y depósito resultantes. 8. Indagar los diversos factores que condicionan el modelado del paisaje en las zonas cercanas del alumnado. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.1. Identifica la influencia del clima y de las características de las rocas que condicionan e influyen en los distintos tipos de relieve. 2.1. Relaciona la energía solar con los procesos externos y justifica el papel de la gravedad en su dinámica. 2.2. Diferencia los procesos de meteorización, erosión, transporte y sedimentación y sus efectos en el relieve. 3.1. Analiza la actividad de erosión, transporte y sedimentación producida por las aguas superficiales y reconoce alguno de sus efectos en el relieve. 4.1. Valora la importancia de las aguas subterráneas y los riesgos de su sobreexplotación. 5.1. Relaciona los movimientos del agua del mar con la erosión, el transporte y la sedimentación en el litoral, e identifica algunas formas resultantes características. 6.1. Asocia la actividad eólica con los ambientes en que esta actividad geológica puede ser relevante. 7.1. Analiza la dinámica glaciar e identifica sus

	9. Reconocer la actividad geológica de los seres vivos y valorar la importancia de la especie humana como agente geológico externo.	<p>efectos sobre el relieve.</p> <p>8.1. Indaga el paisaje de su entorno más próximo e identifica algunos de los factores que han condicionado su modelado.</p> <p>9.1. Identifica la intervención de seres vivos en procesos de meteorización, erosión y sedimentación.</p> <p>9.2. Valora la importancia de actividades humanas en la transformación de la superficie terrestre.</p>
--	---	--

En función a ello, los objetivos y los criterios de evaluación de esta unidad didáctica son:

CONTENIDOS	OBJETIVOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
Los factores que condicionan el modelado del relieve terrestre.	1. Distinguir los distintos factores que modelan el relieve.	<p>1.1 Reconoce los distintos factores que modelan el relieve.</p> <p>1.2 Describe la influencia de los distintos factores sobre el modelado del relieve.</p>
Los agentes geológicos externos.	2. Reconocer los distintos agentes geológicos externos.	2.1 Reconoce los agentes geológicos externos.
Los procesos geológicos externos: meteorización, erosión, transporte y sedimentación.	<p>3. Distinguir los procesos geológicos externos.</p> <p>4. Comprender los modelos explicativos de la dinámica externa terrestre.</p>	<p>3.1 Distingue los distintos procesos geológicos externos.</p> <p>4.1 Representa esquemáticamente los procesos geológicos</p>

		externos 4.2 Explica cada proceso geológico externo
Las formas del modelado del relieve.	5. Reconocer las distintas formas de modelado del relieve.	5.1 Distingue las formas de modelado del relieve 5.2 Asocia las formas de modelado con el agente externo que las ocasiona
La acción geológica de los seres vivos.	6. Comprender las acciones geológicas de los seres vivos.	6.1 Identifica las acciones de los seres vivos en el modelado terrestre
El ser humano como agente geológico.	7. Reconocer al ser humano como agente geológico	7.1 Identifica las acciones del ser humano como agente geológico. 7.2 Valora la acción del hombre en el modelado del relieve

10.4. METODOLOGÍA

Las recomendaciones de metodología didáctica aparecen en el artículo 7 del Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía y en el artículo 4 de la Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación

Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado.

Recomendaciones de metodología didáctica.

1. El proceso de enseñanza-aprendizaje competencial debe caracterizarse por su transversalidad, su dinamismo y su carácter integral y, por ello, debe abordarse desde todas las materias y ámbitos de conocimiento. En el proyecto educativo del centro y en las programaciones didácticas se incluirán las estrategias que desarrollará el profesorado para alcanzar los objetivos previstos, así como la adquisición por el alumnado de las competencias clave.

2. Los métodos deben partir de la perspectiva del profesorado como orientador, promotor y facilitador del desarrollo en el alumnado, ajustándose al nivel competencial inicial de éste y teniendo en cuenta la atención a la diversidad y el respeto por los distintos ritmos y estilos de aprendizaje mediante prácticas de trabajo individual y cooperativo.
3. Los centros docentes fomentarán la creación de condiciones y entornos de aprendizaje caracterizados por la confianza, el respeto y la convivencia como condición necesaria para el buen desarrollo del trabajo del alumnado y del profesorado.
4. Las líneas metodológicas de los centros docentes tendrán la finalidad de favorecer la implicación del alumnado en su propio aprendizaje, estimular la superación individual, el desarrollo de todas sus potencialidades, fomentar su autoconcepto y su autoconfianza, y los procesos de aprendizaje autónomo, y promover hábitos de colaboración y de trabajo en equipo.
5. Las programaciones didácticas de las distintas materias de la Educación Secundaria Obligatoria incluirán actividades que estimulen el interés y el hábito de la lectura, la práctica de la expresión escrita y la capacidad de expresarse correctamente en público.
6. Se estimulará la reflexión y el pensamiento crítico en el alumnado, así como los procesos de construcción individual y colectiva del conocimiento, y se favorecerá el descubrimiento, la investigación, el espíritu emprendedor y la iniciativa personal.
7. Se desarrollarán actividades para profundizar en las habilidades y métodos de recopilación, sistematización y presentación de la información y para aplicar procesos de análisis, observación y experimentación, adecuados a los contenidos de las distintas materias.
8. Se adoptarán estrategias interactivas que permitan compartir y construir el conocimiento y dinamizarlo mediante el intercambio verbal y colectivo de ideas y diferentes formas de expresión.
9. Se emplearán metodologías activas que contextualicen el proceso educativo, que presenten de manera relacionada los contenidos y que fomenten el aprendizaje por proyectos, centros de interés, o estudios de casos, favoreciendo la participación, la experimentación y la motivación de los alumnos y alumnas al dotar de funcionalidad y transferibilidad a los aprendizajes.
10. Se fomentará el enfoque interdisciplinar del aprendizaje por competencias con la realización por parte del alumnado de trabajos de investigación y de actividades integradas que le permitan avanzar hacia los resultados de aprendizaje de más de una competencia al mismo tiempo.

11. Las tecnologías de la información y de la comunicación para el aprendizaje y el conocimiento se utilizarán de manera habitual como herramientas integradas para el desarrollo del currículo.

10.4.1. Temporalización

La unidad didáctica se desarrollará durante la segunda quincena del mes de mayo, en el tercer trimestre del curso escolar. En estas dos semanas y media se disponen de cinco sesiones de cincuenta y cinco minutos.

SESIÓN	TAREAS	DURACIÓN	
Sesión 1	Introducción a la unidad didáctica. Se inicia al alumnado en la temática de esta unidad y se comparten los objetivos de la misma.	15'	55'
	Realización de equipos y asignación de un tema.	10'	
	Trabajo en equipo (uso del material del aula de informática)	30'	
Sesión 2	Trabajo en equipo. Búsqueda y síntesis de información. Redacción del trabajo escrito	55'	55'
Sesión 3	Puesta en común de lo aprendido.	50'	55'
	Realización de nuevos equipos y entrega de la ficha de ejercicios para las siguientes sesiones.	5'	
Sesión 4	Experimento en el aula de laboratorio.	55'	55'
Sesión 5	Redacción en equipo de la ficha de actividades relacionadas con el experimento	40'	55'
	Evaluación del trabajo cooperativo de los dos equipos de trabajo y evaluación de la actividad (práctica experimental)	15'	

Sesiones 1 Y 2

En estas dos sesiones se va a realizar un trabajo escrito mediante aprendizaje cooperativo. El aprendizaje cooperativo es una dinámica útil para aprender a trabajar en equipo e integrar el conocimiento de varias personas y fuentes (Iborra & Dasí, 2012).

La sesión comienza con una introducción al tema, se presenta la temática que se va a trabajar. Se plantean algunas preguntas a los alumnos para saber cuánto conocen del

tema; esto puede servir de referencia para evaluar cuando expongan los trabajos escritos si han superado las ideas previas erróneas que pudiesen tener o si han adquirido nuevos conocimientos. Además de esto, también se explica qué se va a hacer en clase en las siguientes sesiones y en qué consiste el trabajo escrito. En esta última parte, se crea un clima apto para el trabajo cooperativo. Esta actividad de creación de *clima cooperativo* es propedéutica en relación a las del aprendizaje propiamente dicho; un buen clima de aula es un punto central de partida para el desarrollo de ambientes de aprendizaje eficaces, pues los alumnos están más dispuestos a aprender los unos de los otros, practican las habilidades sociales y se mejoran las relaciones interpersonales (La Prova, 2017; Wang, 2007). Es entonces cuando se hacen los grupos de trabajo y se asigna una temática para cada uno. En concreto, para una clase de unos 30 alumnos se realizan seis grupos de cinco participantes. Las seis temáticas a repartir son: (1) La meteorización, (2) Los procesos de erosión, transporte y sedimentación, (3) El agente geológico del viento, (4) La acción de las aguas marinas, (5) La acción de las aguas superficiales y (6) La acción de las aguas subterráneas y los glaciares.

Para la dinámica de clase con aprendizaje cooperativo suelen distinguirse dos tipos de grupos: los grupos informales y los grupos formales. Los grupos informales constan de 2-3 alumnos y sirven para una actividad corta de clase. En cambio, los grupos formales se forman por 4-5 alumnos y se mantienen durante más tiempo (Formento-Torres, 2019). En este caso, se trataría de un grupo formal.

La elección de los miembros del equipo puede dejarse a las preferencias del grupo o puede ser determinado por el profesor. Cuando el equipo se forma por los propios alumnos, se ha visto una marcada tendencia a la homogeneidad. Por ejemplo, para los grupos informales suelen unirse miembros del mismo sexo (Formento-Torres, 2019). Otra tendencia generalizada se da cuando el grupo se encuentra en un marcado desequilibrio en el ratio de sexos; hay dos actitudes distintas según el género predominante. Cuando el número de chicos es superior al de las chicas, tienden a comunicarse entre ellos e ignoran a las chicas. En cambio, cuando la situación se da al revés, las chicas intentan integrar a los chicos lo máximo posible (Gillies & Boyle, 2010). Esto se puede deber a que las chicas suelen tener mayor desarrollo socioemocional y por ello presentan mayor motivación académica y mayor responsabilidad social (Fomento-Torres, 2019).

En principio, se desconoce la capacidad de colaboración espontánea de los alumnos y la agilidad variará según los grupos de clase; por ello, cuando la elección de grupo se demora en exceso, el papel del profesor es clave para distribuir los equipos. Interesa que los grupos sean heterogéneos y equilibrados, tanto en género como en capacidades de los alumnos. Lo idóneo es que el reparto sea equitativo pero al azar,

para evitar conflictos y desconfianza por parte del alumnado hacia el profesor. Hay varias técnicas para distribuir la clase de forma aleatoria, como juegos de dados. No obstante, si en un grupo hay un marcado desequilibrio, puede modificarse, ahora sí, a elección del profesor.

Para el reparto de la temática del trabajo también se opta como primera opción la libre elección del alumnado; si varios grupos no llegan a un acuerdo, el azar es la opción más viable y justa para todos.

En el resto de la sesión los equipos de trabajo comienzan a buscar información y a organizar el esquema del trabajo escrito; por ello, esta sesión tiene lugar en la sala de informática del centro.

En la siguiente sesión, también se requiere de esta aula para el uso de ordenadores. Se dedica toda la hora de clase al trabajo en equipo. El profesor está presente para la resolución de dudas y para anotar en su cuaderno si los equipos están trabajando eficazmente o no. La intención es que el documento quede prácticamente hecho en esta hora y no tengan que trabajar en casa.

Sesión 3

En esta sesión cada equipo de trabajo expone a sus compañeros la teoría que han trabajado en su documento escrito. Lo ideal sería que el orden de las seis exposiciones siguiera el orden del libro. Se pide un tiempo de exposición de 5 minutos por equipo; sin embargo, la duración estimada para este proceso es de 50 minutos porque se incluye el tiempo de pausa entre exposición y exposición y la solución de dudas de los compañeros o preguntas por parte del profesor. Una vez explicada la teoría entre los compañeros, se hacen nuevos grupos de trabajo. Estos grupos se forman bajo la técnica de “grupos de expertos”; es una herramienta para formar grupos de trabajo para el aprendizaje cooperativo.

Estos grupos deben estar constituidos por un experto de cada temática. Así, se hacen 5 grupos de trabajo de 6 alumnos (un alumno que trabajó el apartado de meteorización, otro de erosión, transporte y sedimentación, y así). Estos equipos trabajarán juntos en las siguientes dos sesiones. Se les hace entrega de una ficha con ejercicios que deberán completar juntos en clase (Anexo I). Se les entrega ahora para que la lean en casa y empiecen a pensar cómo plantear la solución de los ejercicios en el experimento de clase que se realiza en la cuarta sesión.

Sesiones 4 y 5

En la cuarta sesión nos desplazamos a la sala de laboratorio. Este experimento iba a llevarlo a cabo en clase durante las prácticas docentes del máster, pero debido a la adaptación a la realización *on line* por la pandemia provocada por el virus SARS-CoV-2, queda reducido a la hipótesis del mismo.

Cada equipo se distribuirá en una mesa de trabajo del laboratorio. Tendrán una pecera transparente donde se simulará una montaña. Para ello, se acumula arena de colores y piedrecitas; se harán distintos estratos con diferentes colores para que sea más visual cualquier cambio provocado por la simulación de los agentes geológicos externos. Las piedras se intercalan en los distintos estratos de manera aleatoria.

Tienen distintos materiales disponibles para su uso e imaginación: agua, pipetas, regaderas, abanicos, secador (para simular los distintos agentes geológicos). Además, disponen de regla, papel milimetrado y lápiz para anotar cambios en la estructura.

El objetivo es que experimenten con todos los materiales disponibles y que les sirva para comprender la teoría y poder completar las distintas preguntas de la ficha de actividades que se les dio en la sesión anterior.

En la última sesión, tienen otros 40 minutos para, en equipo, completar dichas actividades en base a los datos que obtuvieron en el experimento. En el último cuarto de hora de la sesión, se le da a cada uno tres rúbricas. Dos de ellas para evaluar el trabajo en equipo de los dos grupos de trabajo (Anexo II), pero que no servirá para la evaluación del profesor de esta unidad didáctica. Esta rúbrica está basada en la que utiliza el profesor para evaluar la capacidad de trabajo cooperativo de sus alumnos; de este modo, los alumnos conocen qué aspectos se les evalúa y se exige que tengan de cara a un trabajo cooperativo. La tercera rúbrica sirve como autoevaluación para el profesor; en esta rúbrica los alumnos expresan su opinión sobre el experimento hecho en clase y sobre la dinámica de trabajo en esta unidad didáctica (Anexo III).

10.4.2. Materiales

- Sala de informática para las sesiones 1 y 2.
- Sala de laboratorio para la sesión 4. En ese caso, el material proporcionado serían peceras transparentes, arena de colores, piedrecitas, agua, pipetas, regaderas, abanicos, secador, regla, papel milimetrado y lápiz.
- Ficha de ejercicios para completar en las sesiones 4 y 5.
- Rúbricas de autoevaluación del trabajo cooperativo.

- Rúbrica de opinión sobre la actividad experimental y planteamiento de la unidad didáctica.

10.5. EVALUACIÓN

Según el artículo 20 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, “la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado de la Educación Secundaria Obligatoria será continua, formativa e integradora”.

La evaluación será continua por estar inmersa en el proceso de enseñanza y aprendizaje y por tener en cuenta el progreso del alumnado, con el fin de detectar las dificultades en el momento en el que se produzcan, averiguar sus causas y, en consecuencia, de acuerdo con lo dispuesto en Capítulo VI del Decreto 111/2016, de 14 de junio, adoptar las medidas necesarias dirigidas a garantizar la adquisición de las competencias imprescindibles que le permitan continuar adecuadamente su proceso de aprendizaje.

En el artículo 15 de la Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado, se documenta que el profesorado llevará a cabo la evaluación, preferentemente, a través de la observación continuada de la evolución del proceso de aprendizaje de cada alumno o alumna y de su maduración personal en relación con los objetivos de la Educación Secundaria Obligatoria y las competencias clave. A tal efecto, utilizará diferentes procedimientos, técnicas o instrumentos como pruebas, escalas de observación, rúbricas o portfolios, entre otros, ajustados a los criterios de evaluación y a las características específicas del alumnado.

Por ello, la evaluación se realiza mediante procedimientos que permiten la obtención de información objetiva y coherente. Dichos procedimientos aseguran que el alumno ha adquirido las competencias básicas y los objetivos de etapa y del área específica.

Las evidencias que se utilizan para la evaluación son el trabajo escrito hecho por aprendizaje cooperativo, la exposición oral de dicho trabajo y la realización por equipos de las fichas de actividades. Para la evaluación se utilizan distintas herramientas que permiten la evaluación objetiva. Estos instrumentos son el cuaderno del profesorado, donde se anota la actividad diaria, y distintas rúbricas. La rúbrica para la evaluación en la participación en los trabajos cooperativos de cada miembro del grupo se les facilita a los alumnos en la última sesión de la unidad didáctica (Anexo II) pero no sirve para la evaluación, solo como orientación para el docente. Las rúbricas

que utiliza el profesor son: una rúbrica para evaluar los trabajos escritos y de investigación (Anexo IV), una rúbrica para la evaluación de pruebas orales y escritas (Anexo V), una rúbrica para la evaluación del cuaderno del alumnado (Anexo VI) que, en este caso, se utilizará para corregir la ficha de actividades, y una rúbrica para la evaluación en la participación en los trabajos cooperativos (Anexo VII).

En la siguiente tabla (tabla 1) se relacionan los criterios de evaluación (CE), los estándares de aprendizaje (EA), las competencias clave (CC), los objetivos específicos de la unidad didáctica (OE) y las evidencias e instrumentos que permiten su evaluación.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE	CC	OE	EVIDENCIAS	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
CE. 1. Identificar algunas de las causas que hacen que el relieve difiera de unos sitios a otros.	EA 1.1. Identifica la influencia del clima y de las características de las rocas que condicionan e influyen en los distintos tipos de relieve.	CL CMCT CD	OE 1 OE 4	Trabajo escrito Ficha de actividades	Cuaderno del profesorado. Rúbrica para la evaluación en la participación en los trabajos cooperativos. Rúbrica para evaluar los trabajos escritos y de investigación. Rúbrica para la evaluación del cuaderno del alumnado.
CE. 2. Relacionar los procesos geológicos externos con la energía que los activa y diferenciarlos de los procesos	EA 2.1. Relaciona la energía solar con los procesos externos y justifica el papel de la gravedad en su dinámica. EA 2.2. Diferencia los procesos de meteorización,	CL CMCT CD CAA	OE 2 OE 3 OE 4 OE 5	Trabajo escrito Exposición oral Ficha de actividades	Cuaderno del profesorado. Rúbrica para la evaluación en la participación en los trabajos cooperativos. Rúbrica para evaluar los trabajos escritos y

internos.	erosión, transporte y sedimentación y sus efectos en el relieve.				de investigación. Rúbrica para la evaluación de pruebas orales y escritas. Rúbrica para la evaluación del cuaderno del alumnado.
CE. 3. Analizar y predecir la acción de las aguas superficiales e identificar las formas de erosión y depósitos más características.	EA 3.1. Analiza la actividad de erosión, transporte y sedimentación producida por las aguas superficiales y reconoce alguno de sus efectos en el relieve.	CL CMCT CD	OE 2 OE 3 OE 4 OE 5	Trabajo escrito Ficha de actividades	Cuaderno del profesorado. Rúbrica para la evaluación en la participación en los trabajos cooperativos. Rúbrica para evaluar los trabajos escritos y de investigación. Rúbrica para la evaluación del cuaderno del alumnado.
CE. 4. Valorar la importancia de las aguas subterráneas, justificar su dinámica y su relación con las aguas superficiales.	EA 4.1. Valora la importancia de las aguas subterráneas y los riesgos de su sobreexplotación.	CL CMCT CD	OE 2 OE 3 OE 4 OE 7	Trabajo escrito Exposición oral Ficha de actividades	Cuaderno del profesorado. Rúbrica para la evaluación en la participación en los trabajos cooperativos. Rúbrica para evaluar los trabajos escritos y

					<p>de investigación.</p> <p>Rúbrica para la evaluación de pruebas orales y escritas.</p> <p>Rúbrica para la evaluación del cuaderno del alumnado.</p>
CE. 5. Analizar la dinámica marina y su influencia en el modelado litoral.	EA 5.1. Relaciona los movimientos del agua del mar con la erosión, el transporte y la sedimentación en el litoral, e identifica algunas formas resultantes características.	CL CMCT CD	OE 2 OE 3 OE 4 OE 5	Trabajo escrito Exposición oral Ficha de actividades	<p>Cuaderno del profesorado.</p> <p>Rúbrica para la evaluación en la participación en los trabajos cooperativos.</p> <p>Rúbrica para evaluar los trabajos escritos y de investigación.</p> <p>Rúbrica para la evaluación de pruebas orales y escritas.</p> <p>Rúbrica para la evaluación del cuaderno del alumnado.</p>
CE. 6. Relacionar la acción eólica con las condiciones que la hacen posible e identificar	EA 6.1. Asocia la actividad eólica con los ambientes en que esta actividad geológica puede ser relevante.	CL CMCT CD	OE 2 OE 4 OE 5	Trabajo escrito Exposición oral Ficha de actividades	<p>Cuaderno del profesorado.</p> <p>Rúbrica para la evaluación en la participación en los trabajos cooperativos.</p> <p>Rúbrica para</p>

algunas formas resultantes.					<p>evaluar los trabajos escritos y de investigación.</p> <p>Rúbrica para la evaluación de pruebas orales y escritas.</p> <p>Rúbrica para la evaluación del cuaderno del alumnado.</p>
CE. 7. Analizar la acción geológica de los glaciares y justificar las características de las formas de erosión y depósito resultantes.	EA 7.1. Analiza la dinámica glaciar e identifica sus efectos sobre el relieve.	CL CMCT CD	OE 2 OE 3 OE 4 OE 5	Trabajo escrito Exposición oral Ficha de actividades	<p>Cuaderno del profesorado.</p> <p>Rúbrica para la evaluación en la participación en los trabajos cooperativos.</p> <p>Rúbrica para evaluar los trabajos escritos y de investigación.</p> <p>Rúbrica para la evaluación de pruebas orales y escritas.</p> <p>Rúbrica para la evaluación del cuaderno del alumnado.</p>
CE. 8. Indagar los diversos factores que condicionan el modelado del paisaje en las	EA 8.1. Indaga el paisaje de su entorno más próximo e identifica algunos de los factores	CL CMCT CAA	OE 1 OE 5 OE 6 OE 7	Ficha de actividades	<p>Cuaderno del profesorado.</p> <p>Rúbrica para la evaluación en la participación en los trabajos</p>

zonas cercanas del alumnado.	que han condicionado su modelado.				cooperativos. Rúbrica para la evaluación del cuaderno del alumnado.
CE. 9. Reconocer la actividad geológica de los seres vivos y valorar la importancia de la especie humana como agente geológico externo.	EA 9.1. Identifica la intervención de seres vivos en procesos de meteorización, erosión y sedimentación. EA 9.2. Valora la importancia de actividades humanas en la transformación de la superficie terrestre.	CL CMCT CD	OE 2 OE 3 OE 6 OE 7	Trabajo escrito Exposición oral	Cuaderno del profesorado. Rúbrica para la evaluación en la participación en los trabajos cooperativos. Rúbrica para evaluar los trabajos escritos y de investigación. Rúbrica para la evaluación de pruebas orales y escritas.
<i>Tabla 2.</i> Relación de CE, EA, CC, OE y las evidencias e instrumentos que permiten su evaluación.					

Además de la evaluación de los alumnos, se evalúa la satisfacción del alumnado con la actividad. Para ello, se les facilita una rúbrica de opinión (Anexo III).

Es importante que los alumnos evalúen el trabajo cooperativo para determinar qué ha funcionado y qué no, qué comportamiento es útil y cual no. Todo con el fin de mejorar progresivamente y para favorecer una conciencia metacognitiva de los propios recursos y de los propios límites (La Prova, 2017). Con esta rúbrica el profesor corrobora que la metodología aplicada garantiza un nivel de interdependencia positiva favorable y de responsabilidad individual entre los alumnos. Además, en caso de que no funcionase la actividad, sirve de guía para identificar las dificultades e intentar darle solución.

Se ha optado por evaluar mediante rúbrica, pero hay numerosas técnicas de evaluación del trabajo cooperativo; por ejemplo, cuestionarios de grupo o evaluación colectiva, en la que el equipo interacciona entre sí para concluir los puntos fuertes y

débiles del equipo. Sin embargo, en esta unidad didáctica se opta por la evaluación individual de cada alumno sobre el trabajo cooperativo realizado en los dos equipos; los motivos son dos, (1) asegurar la completa honestidad del alumno y (2) agilizar el proceso pues el tiempo es escaso y se debe evaluar a dos grupos.

La evaluación del trabajo cooperativo se realiza tanto a nivel grupal como individual. La nota del trabajo escrito y de la ficha de actividades es grupal (común a todos los miembros del equipo) y la exposición oral se evalúa a nivel individual (cada alumno defiende la temática asignada y demuestra que ha trabajado el contenido del trabajo). Las rúbricas que ellos completan, si bien no pueden utilizarse para la evaluación numérica del alumnado, sirve de apoyo para el criterio del profesor.

Se considera que se ha aprobado la asignatura de Biología y Geología cuando la media de todos los criterios sale aprobada. En caso de que no se consiguiera la media, se informaría al estudiante de los criterios de evaluación que tiene suspensos. En la prueba segunda prueba ordinaria de septiembre deberá evaluarse mediante una prueba escrita la superación de dichos criterios.

Si el alumno no superase los criterios de evaluación con una media aprobada tras la evaluación de septiembre, deberá recuperar dicha asignatura durante el curso escolar siguiente.

10.5.1. Alumnos pendientes

Aquellos alumnos que no hayan superado la asignatura de Biología y Geología en las convocatorias ordinarias deberán aportar durante el siguiente curso escolar un cuaderno de actividades trimestral así como realizar las pruebas escritas trimestrales que se realicen en la asignatura.

Se considerará aprobada la asignatura cuando la media de los criterios básicos de evaluación esté superada con una nota de 5 o superior sobre 10.

11.- ELEMENTOS CURRICULARES COMPLEMENTARIOS

11.1. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Con el fin de promover la igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal tanto a la metodología como a la evaluación, se adaptarán las medidas para aquel alumnado que presente necesidades educativas especiales. Las adaptaciones que se toman para el alumnado de esta aula son no significativas.

Recientemente, un alumno tuvo un accidente durante una actividad escolar y necesita del uso de muletas; también se encuentra un alumno que tiene diagnosticado

trastorno TDAH. Para ambos casos la adaptación es no significativa pues no se altera ni el currículo ni los criterios de evaluación.

Para el alumno con dificultad de movilidad se habilita una mesa de trabajo con amplio espacio en las aulas comunes. Para las sesiones de trabajo en el aula de informática, se tomará prestado un portátil del centro para que pueda trabajar con sus compañeros en una mesa anexa que permita el acceso del alumno a la misma. En el laboratorio, su equipo de trabajo se ubicará en un puesto de trabajo que se sitúe en el pasillo central del aula para permitir el fácil acceso de su compañero.

Para el alumno con TDAH, se facilita un cuaderno con la teoría y las actividades adaptado a él. Mantiene el mismo temario que sus compañeros pero en una versión resumida y reducida. Los ejercicios son más sencillos y se basan en la teoría reducida de su cuaderno. Se le evalúan los mismos criterios que al resto de sus compañeros y realiza las mismas pruebas escritas que los demás.

La inclusión de alumnos con TDAH debe centrarse en mejorar su competencia social creando oportunidades educativas que permitan asentar amistades y acceder a modelos de comportamiento de otros (LaTorre-Coscolluela *et al.*, 2018). El aprendizaje cooperativo, entre otras metodologías como el modelo MOSAIC (Making Socially Accepting Inclusive Classrooms) o la Docencia Compartida, puede ayudar a reducir el rechazo al que los niños y adolescentes con TDAH se ven expuestos en el ámbito escolar.

El aprendizaje cooperativo es una metodología didáctica muy inclusiva; es un instrumento flexible que permite desarrollar varios objetivos didácticos y, a la vez, promueve la convivencia y la prosocialidad, estimula varias inteligencias y diversos estilos de aprendizaje (La Prova, 2017). El concepto de inclusión se centra en cómo apoyar a todo el alumnado para ofrecerle un aprendizaje provechoso, garantizando el libre acceso al sistema educativo, prestando apoyo individual y fomentando la integración social (LaTorre-Coscolluela *et al.*, 2018). Las motivaciones para utilizar el aprendizaje cooperativo como una forma de inclusión son:

- a) En el aprendizaje cooperativo toda persona del grupo tiene un rol que favorece la valoración de las potencialidades personales, de modo que se sienten protagonistas, competentes y útiles al objetivo común (LaTorre-Coscolluela *et al.*, 2018; La Prova, 2017). En el trabajo de esta unidad didáctica, cada uno trabaja una “especialidad” y es “experto” de dicha materia; ese rol activo y profesional durante el desarrollo de la actividad motiva y da importancia al papel de cada alumno en el equipo.
- b) En el aprendizaje cooperativo el objetivo común solo se logra si cada uno hace su parte, es decir, si los alumnos están en interdependencia positiva. Cuando

los alumnos trabajan cooperativamente, comprenden que deben ayudarse y apoyarse mutuamente para conseguir el objetivo común (Gillies & Ashman, 2000).

c) En el grupo cooperativo, al alumnado con NEE se le dispensa de aquello que le resulta especialmente complicado, por ejemplo, si tiene dificultad de comprensión lectora puede valerse de un compañero como “instrumento compensatorio” que le ayude a hacerlo. Los integrantes del equipo se dan cuenta rápidamente de los puntos débiles de sus compañeros y los ayudan mediante explicaciones sencillas a solventar dichas dificultades (La Prova, 2017; Gillies & Ashman, 2000).

d) Al tratarse de grupos pequeños, el alumno está expuesto porque debe hacer su parte, no puede sustraerse al compromiso común, pero, a su vez, se siente protegido porque solo está expuesto ante 4 compañeros. Esto reduce los niveles de ansiedad que muchos alumnos sienten por rendir en clase (La Prova, 2017).

11.2. TRANSVERSALIDAD Y TRABAJO INTERDISCIPLINAR

En el Artículo 6 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato y en el Artículo 3 de la Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado, se detallan temas transversales a tratar en las unidades didácticas.

Según el Real Decreto, “en Educación Secundaria Obligatoria, sin perjuicio de su tratamiento específico en algunas de las materias de cada etapa, la comprensión lectora, la expresión oral y escrita, la comunicación audiovisual, las Tecnologías de la Información y la Comunicación, el emprendimiento y la educación cívica y constitucional se trabajarán en todas las materias”.

En esta unidad didáctica, mediante el trabajo cooperativo, desarrollan habilidades sociales asertivas, respetuosas y tolerantes con sus compañeros de clase. Prima el principio de igualdad y no discriminación en el grupo clase. Además, se requiere del conocimiento de múltiples asignaturas. Necesitan de las matemáticas para la resolución de algunas de las actividades de la ficha que se trabaja en las últimas dos sesiones; la competencia matemática es indispensable en todas las asignaturas de ciencias. No obstante, también se trabaja con las tecnologías, de manera que pueden recurrir al conocimiento obtenido en la asignatura de Informática y además, requieren

un uso constante del lenguaje, oral y escrito, por lo que el contenido aprendido en la asignatura de Lengua y Literatura está en continua aplicación.

12.- INNOVACIÓN DOCENTE

En esta unidad didáctica utilizan las TIC y toman datos en un experimento.

Con el uso de las TIC aprenden a buscar y seleccionar información útil en internet. Con la realización de este trabajo los alumnos aprenden a desenvolverse en la red y desarrollan un criterio crítico para distinguir la información fiable.

Mediante el experimento, el alumno es capaz de razonar la teoría aplicándola a un modelo físico a pequeña escala. Infiere la teoría mediante la toma de datos experimentales que le sirven para resolver actividades. Mediante esta metodología se enseña al alumno a pensar y razonar sobre lo aprendido y a buscarle el lado útil a la teoría.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACI (s.f.). *Alianza Cooperativa Internacional*. Recuperado de < <https://www.ica.coop/es/quienes-somos/alianza-cooperativa-internacional>> (última consulta: 05/05/2020).
2. AGUIRRE-RAYA, D. A. (2002). Psicología de la comunicación en el aula. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 1(2): 1-9.
3. ALEXANDER, D. (1991). Natural disasters: a framework for research and teaching. *Disasters*, 15(3), 209–226.
4. BEUCHER, R., Moresi, L., Giordani, L., Mansour, J., Sandiford, D., Farrington, R., Mondy, L., Mallard, C., Rey, P., Duclaux, G., Kaluza, O., Laik, A., & Morón, S. (2018). UWGeodynamics: A teaching and research tool for numerical geodynamic modelling. *Journal of Open Source Software*, 4(36), 1136.
5. BLATCHFORD, P., KUTNICK, P., BAINES, E. & GALTON, M. (2003). Toward a social pedagogy of classroom work. *International Journal of Educational Research*, 39(1-2): 153-172.
6. BOUDE-FIGUEREDO, O. & MEDINA-RIVILLA, A. (2011). Desarrollo de competencias a través de un ambiente de aprendizaje mediado por TIC en educación superior. *Educación Médica Superior*, 25(3):301-311.
7. BROWN, D.E. (1992). Using examples and analogies to remediate misconceptions in physics: Factors influencing conceptual change. *Journal of Research in Science Teaching*, 29: 17-34.
8. BUSTOS, A. & ROMÁN, M. (2011). La importancia de evaluar la incorporación y el uso de las TIC en educación. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 4(2): 3-7
9. BUTLER, D.R. (1991). Beavers as agents of biogeomorphic change: a review and suggestions for teaching exercises. *Journal of Geography*, 90(5): 210-217.
10. CALVO, A. J., GONZÁLEZ, R. & MARTORELL, M. C. (2001). Variables relacionadas con la conducta prosocial en la infancia y adolescencia: personalidad, autoconcepto y género. *Infancia y Aprendizaje*, 24: 95-111.
11. CALVO, B. (2014). El litoral. Obtenido de < <https://es.slideshare.net/BegonaCalvo/el-litoral> > (última consulta: 14/06/2020).
12. CENTROS PARA EL CONTROL Y LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES (s.f.). *Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH)*. Recuperado de <

- <https://www.cdc.gov/ncbddd/spanish/adhd/diagnosis.html>> (última consulta: 05/06/2020).
13. CUBERO-PÉREZ, R., CUBERO-PÉREZ, M., SANTAMARÍA-SANTIGOSA, A., SAAVEDRA-MACÍAS, F. J. & YOSEFF-BERNAL, J. J. (2007). Aprendizaje y psicología histórico-cultural. Aportaciones de una perspectiva social del aula. *Investigación en la escuela*, 62: 5-16.
 14. DELGADO, M., ARRIETA, X., & RIVEROS, V. (2009). Uso de las TIC en educación, una propuesta para su optimización. *Omnia*, 15(3),58-77.
 15. DICKES, A. C., Sengupta, P., Farris, A. V., & Basu, S. (2016). Development of mechanistic reasoning and multilevel explanations of ecology in third grade using agent-based models. *Science Education*, 100(4), 734–776.
 16. DOLLIVER, H. A. S. (2012). Using Google Earth to teach geomorphology. *Google Earth and virtual visualizations in geoscience education and research*, 419–429.
 17. DRIVER, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11(5): 481-490.
 18. ESTEBAN, L., BLOGSPOT (2015). Acuíferos o Aguas Subterráneas: Acuíferos. Recuperado de <
<http://acuiferosunimeta.blogspot.com/2015/05/acuiferos.html> > (última consulta: 14/06/2020).
 19. FLICKR (2010). Red de drenaje rectangular -Apalaches (EE.UU.) Recuperado de <
https://www.flickr.com/photos/banco_imagenes_geologicas/5017856584 >
(última consulta: 14/06/2020).
 20. FORMENTO-TORRES, A.C. (2019). El aprendizaje cooperativo en secundaria: un proyecto para acercar la literatura a los adolescentes. *Enseñanza & Teaching*, 37(2): 45-65.
 21. GARAIGORDOBIL, M. & DURÁ, A. (2006). Relaciones del autoconcepto y la autoestima con la sociabilidad, estabilidad emocional y responsabilidad en adolescentes de 14 a 17 años. *Análisis y Modificación de Conducta*, 32(141): 37-64.
 22. GENTILE, M. (2004). Contesto. Cerini, G. & Spinosi, M. (ed.), *Voci della Scuola*, 83-90. Napoli: Tecnodid.
 23. GILLIES, R.M. & ASHMAN, A. F. (2000). The effects of cooperative learning on students with learning difficulties in the lower elementary school. *The Journal of Special Education*, 30(1): 19-27.

36. JOHNSON D.W., JOHNSON R.T. & ANDERSON, D. (1983). Social interdependence and classroom climate. *Journal of Psychology*, 114: 135-142.
37. JOHNSON, D.W. , JOHNSON, R. T. & STANNE, M. B. (2000). Cooperative learning methods: A meta-analysis. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/220040324_Cooperative_learning_methods_A_meta-analysis (última consulta: 09/05/2020).
38. JOHNSON, D. W., & JOHNSON, R. T. (2014). Cooperative Learning in 21st Century. *Anales De Psicología / Annals of Psychology*, 30(3), 841-851
39. KAGAN, S. & STENLEV, J. (2006). *Cooperative Learning: Undervisning med samarbejdsstrukturer*. Denmark: Forlag Malling Beck.
40. KELLER, W.D. (1973). Teaching Geology 1: To Non-Science Major in College. *Journal of Geological Education*, 21: 52-55.
41. KELLER, W.D. (1974). Teaching Geology 1: To Make It Relevant and Enjoyable through Adulthood. *Journal of Geological Education*, 22: 223-225.
42. KEMP, K.M. & CLARK, J.A. (1992). Teaching geology using poster assignments. *Journal of Geological Education*, 40(5): 398-403.
43. KOPONEN, I. T. & MÄNTYLÄ, T. (2006). Generative role of experiments in physics and in teaching physics: a suggestion for epistemological reconstruction. *Science & Education*, 15: 31-54.
44. LA PROVA, A. (2017). *La práctica del Aprendizaje Cooperativo: propuestas operativas para el grupo-clase*. Madrid (España): Narcea.
45. LATORRE-COSCULLUELA, C., LIESA-ORÚS, M. & VÁZQUEZ-TOLEDO, S. (2018). Escuelas inclusivas: aprendizaje cooperativo y TAC con alumnado con TDAH. *Revista Internacional de Investigación en Educación*, 10 (21), 137-152.
46. LEÓN-DEL BARCO, B., MENDO-LÁZARO, S., FELIPE-CASTAÑO, E., POLO-DEL RÍO, M. I. & FAJARDO-BULLÓN, F. (2017). Potencia de equipo y aprendizaje cooperativo en el ámbito universitario. *Revista de Psicodidáctica / Journal of Psychodidactics*, 22 (1): 9-15.
47. LEOPOLD, L. B. & WOLMAN, M. G. (1957). River Channel Patterns: Braided, Meandering and Straight. *Geological Survey Professional*, 282: 109-159.
48. LISLE, R. J. (2006). Google Earth: a new geological resource. *Geology Today*, 22(1): 29–32.
49. LÓPEZ, G. & ACUÑA, S. (2011). Aprendizaje cooperativo en el aula. *Narraciones de la Ciencia*, 37: 29-37.

50. LOVE, A.M. (1991). Process and product in geology: an investigation of some discourse features of two introductory textbooks. *English for Specific Purposes*, 10: 89-109.
51. MEIR, E., PERRY, J., STAL, D., MARUCA, S. & KLOPFER, E. (2005). How effective are simulated molecular-level experiments for teaching diffusion and osmosis?. *Cell Biology Education*, 4(3): 235-248.
52. MILLER, M. (s.f.). Marli Miller Photography: Tidal Flats. Recuperado de < <http://marlimillerphoto.com/tidalflats.html> > (última consulta: 14/06/2020).
53. NATIONAL GEOGRAPHIC (s.f.). Recuperado de < <https://www.nationalgeographic.es/> > (última consulta: 14/06/2020)
54. NAVARRO, J. (2004). Metodología del aprendizaje: el aprendizaje de las ciencias experimentales. Causa, M. (ed.). *Metodología de aprendizaje*, 77-80. Barcelona (España): OCEANO.
55. NAVARRO, J. (2004). Dinámica externa de la Tierra. Causa, M. (ed.). *Nivel 10: Programa de Apoyo Escolar Interactivo*, 103-115. Barcelona (España): OCEANO.
56. NAVARRO, J. (2006). Procesos geológicos de la superficie terrestre. Ruiz-Fernández, X. (ed.). *Atlas Visual de las Ciencias*, 288-309. Barcelona (España): OCEANO.
57. NOVAK, J. D. (1988). Learning Science and the Science of Learning. *Studies in Science Education*, 15(1): 77–101.
58. MORESI, L.N. & BEUCHER, R. (2019). A research and teaching workflow for the development of geodynamic numerical models with Jupyter. *American Geophysical Union*.
59. PÉREZ, J. (2004). Psicología de grupo. Biosca, A., d'Angelo, G., Gárriz, J., Torras, D. & Villalba, M. (eds.). *Psicología social, psicología del deporte y cognitiva*, 210-213. Barcelona (España): OCEANO.
60. PÉREZ-SÁNCHEZ, A.M. & POVEDA-SERRA, P. (2010). Atribuciones causales y aprendizaje cooperativo. *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 21(1): 59-69.
61. PUJOLÀS-I MASET, P. (2009). La calidad en los equipos de aprendizaje cooperativo. Algunas consideraciones para el cálculo del grado de cooperatividad. *Revista de Educación*, 349: 225-239.
62. RAMÍREZ-MARTINELL, A. Y CASILLAS, M.A. (Compiladores) (2014). *Háblame de TIC: Tecnología Digital en Educación Superior*. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.




63. RIGBY, K. & SLEE, P. T. (1993) Dimensions of Interpersonal Relation Among Australian Children and Implications for Psychological Well-Being. *The Journal of Social Psychology*, 133(1), 33-42.
64. RUTA 33 (2016). La impresionante belleza de los ríos trenzados. Recuperado de < <https://ruta-33.blogspot.com/2016/03/la-impresionante-belleza-de-los-rios-trenzados.html> > (última consulta: 14/06/2020)
65. SAINI-EIDUKAT, B., SCHWERT, D.P. & SLATOR, B.M. (2002). Geology explorer: virtual geologic mapping and interpretation. *Computers & Geosciences*, 28(10): 1167-1176.
66. SANITAS (s.f.). TDAH: qué es, síntomas y causas. Recuperado de <<https://www.sanitas.es/sanitas/seguros/es/particulares/biblioteca-de-salud/psicologia/tdah-que-es.html>> (última consulta: 05/06/2020).
67. SERRANO, J. M. & PONS, R. M. (2014). Special Issue: Cooperative Learning. *Anales de Psicología / Annals of Psychology*, 30 (3): 781-784.
68. SLAVIN, R. E. (2014). Cooperative Learning and Academic Achievement: Why Does Groupwork Work?. *Anales De Psicología / Annals of Psychology*, 30(3), 785-791.
69. SOLÉ, I. (1996). Family-school relationships. *Culture and Education*, 8(4): 11-17.
70. STOFFEL, M., & BOLLSCHWEILER, M. (2009). What tree rings can tell about Earth-surface processes: teaching the principles of dendrogeomorphology. *Geography Compass*, 3(3): 1013–1037.
71. SUNKEL, G. (2006). *Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en educación en América Latina: una exploración de indicadores*. Santiago de Chile: CEPAL
72. TARBUCK, E.J. & LUTGENS, F.K. (2005). *Ciencias de la Tierra: una introducción a la geología física*. Madrid (España): Pearson Educación.
73. TURISMO EN HUELVA (2016). La Flecha, un paraíso en Huelva. Recuperado de < <http://www.turismoenhuelva.es/eventos-turismo-en-huelva/turismo-huelva-flecha/> > (última consulta: 14/06/2020).
74. VELENTZAS, A. & HALKIA, K. (2013). The use of thought experiments in teaching physics to upper secondary-level students: two examples from the theory of relativity. *International Journal of Science Education*, 35(18): 3026-3049.
75. VIDAL, J.A. (2002). Cambio tecnológico y desarrollo industrial. Pascual, A.M. (ed.), *Historia del Mundo Moderno: entre la Revolución Industrial y el colonialismo*, 128-140. Barcelona (España): OCEANO.


76. WANG, T. (2007). The comparison of the difficulties between cooperative learning and traditional teaching methods in college English teachers. *The Journal of Human Resource and Adult Learning*, 3(2): 23-30.

ANEXOS

ANEXO I

Ficha de actividades que deben completar en las sesiones 4 y 5 en base al conocimiento adquirido en los documentos escritos hechos en trabajo colaborativo y los datos obtenidos en el experimento.

FICHA DE ACTIVIDADES		
Participantes del grupo:		
En el laboratorio:		
Materiales: peceras transparentes, arena de colores, agua, pipetas, regaderas, abanicos, secador, regla, papel milimetrado y lápiz	Objetivo: obtener los datos necesarios (numéricos o visuales) para la respuesta de algunos ejercicios y experimentar con los materiales facilitados.	Trabajamos: en equipo, respetando los turnos y el orden, calmados, cuidando los materiales.
Actividades		
 Este símbolo significa que debemos obtener datos experimentales.		
Adjuntad la hoja con los datos obtenidos en el experimento.		
	1.- ¿Es muy activa la gelifracción en el litoral mediterráneo? ¿Por qué?	
	2.- ¿Cómo y dónde se forman los canchales?	
	3.- ¿En qué se diferencian la meteorización y la erosión?	
	4.- ¿Dónde llevará un río más carga de fondo, en su desembocadura o en su curso alto? Razona la respuesta.	
	5.- Explica qué consecuencias tiene en el modelado del relieve que el viento tenga	

	un gran poder de selección de materiales.
	6.- La actividad humana contribuye, en ocasiones, a aumentar la peligrosidad de las catástrofes naturales. Enumera algunos ejemplos.
	7.- Estudia la erosión. Toma distintas medidas volumétricas de agua con las pipetas y viértelas sobre la montaña de arena experimental con la misma intensidad para simular la crecida de caudal de un río. Anota cuánta arena se ha desplazado y sedimentado en la “línea costera” para cada volumen de agua y dibuja una gráfica con los datos obtenidos. ¿Qué tipo de gráfica aparece? ¿La capacidad de erosión y transporte del río es infinita? ¿Cómo ha sedimentado el material transportado?
	8.- Un previsible cambio climático conllevaría un aumento de las temperaturas y una disminución de las precipitaciones, que serían más violentas. a) Cita las consecuencias que tendría este fenómeno en los procesos de erosión y desertización b) ¿Se podría hacer algo para paliar las consecuencias?

ANEXO II

Rúbrica que se facilita a los alumnos para que autoevalúen el trabajo en equipo y la participación de -sus compañeros de equipo. Les sirve a ellos para mejorar su capacidad de trabajo cooperativo y descubrir sus puntos fuertes y débiles. Se basa en la rúbrica que utiliza el docente para evaluarles; de este modo, conocen qué se les exige. En esta rúbrica, escriben el nombre de sus compañeros de equipo y puntúan los distintos aspectos del 1 al 5, siendo el 1 la valoración más baja y 5 la valoración más alta.

	Evalúa: Nombre del estudiante				
	MIEMBROS DEL EQUIPO (nombre de los compañeros de grupo)				
	1.	2.	3.	4.	5.
Utiliza los materiales y recursos disponibles	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Comprende y asume sus responsabilidades de equipo	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Valora el esfuerzo individual y de equipo	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Participa activamente en la dinámica de equipo	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Genera propuestas para mejorar el aprendizaje cooperativo	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Interacciona con empatía, autocontrol y respetuosamente	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Contribuye activamente en la consecución de los logros del trabajo grupal	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

ANEXO III

Rúbrica que se les facilita al alumnado para que expresen su opinión crítica sobre la actividad experimental. Le sirve al profesor como método de evaluación y reflexión sobre la actividad y le permite distinguir los aspectos positivos y negativos a mejorar de la misma.

		Puntúa la actividad del 1 al 5, siendo 1 “poco de acuerdo” y 5 “muy de acuerdo”.				
UTILIDAD	La actividad me ha servido para comprender la teoría trabajada en el trabajo.	1	2	3	4	5
	Me ha permitido imaginarme visualmente los procesos geológicos	1	2	3	4	5
	Me ha permitido identificar la acción de cada agente geológico y sus consecuencias	1	2	3	4	5
	Me ha ayudado a comprender la importancia de la acción humana en el modelado del relieve	1	2	3	4	5
INTERÉS	Me ha parecido una idea innovadora y llamativa	1	2	3	4	5
	Me ha parecido divertido	1	2	3	4	5
	Ha conseguido despertarme interés por la geología	1	2	3	4	5
	Ha conseguido que sea consciente de la utilidad práctica de la geología en la sociedad actual.	1	2	3	4	5
OPINIÓN	Las actividades me parecen útiles para aprender el temario	1	2	3	4	5
	Las actividades me han parecido difíciles	1	2	3	4	5
	Las actividades me han parecido fáciles	1	2	3	4	5
	Me ha dado la sensación de haber perdido el tiempo haciendo el experimento	1	2	3	4	5
	Me gustaría hacer más experimentos de este tipo en clase	1	2	3	4	5
Para mejorar, creo que habría que...						

ANEXO IV

Rúbrica que le sirve al docente para la evaluación de trabajos escritos y de investigación.

Aspectos	Excelente (9-10)	Bueno (7-8)	Adecuado (5-6)	Mejorable (1-4)
Contenido	El tema objeto del trabajo está bien definido y se trata de forma adecuada.	El tema objeto del trabajo está parcialmente definido pero se trata de forma adecuada.	El tema objeto del trabajo está bien definido pero se deja puntos importantes a tratar.	El tema objeto del trabajo está parcialmente definido y se trata de forma escasa.
	El texto muestra que el conocimiento del tema es excelente.	El texto muestra que el conocimiento del tema es bueno.	El texto muestra ciertos errores en la asimilación del contenido.	El texto muestra errores y carencias en la asimilación del contenido.
	El uso de imágenes es amplio y adecuado.	El uso de imágenes es correcto.	El uso de imágenes es limitado, pero adecuado.	El uso de imágenes no aporta nada al trabajo.
	El trabajo tiene uno o ningún error ortográfico o gramatical.	El trabajo tiene entre 2-4 errores ortográficos o gramaticales.	El trabajo tiene entre 5-7 errores ortográficos o gramaticales.	El trabajo tiene entre 8 o más errores ortográficos o gramaticales.
	La presentación del trabajo es esmerada y cuidada.	La presentación del trabajo es adecuada.	La presentación del trabajo es algo pobre.	La presentación del trabajo es descuidada.

Organización	La portada introduce el tema objeto del trabajo y autores, y es seguida de un índice.	La portada solo indica el tema objeto del trabajo y es seguida por un índice.	La portada introduce el tema objeto del trabajo y los autores, pero carece de índice.	La portada no introduce el tema objeto de trabajo o los autores y no tiene índice.
	El contenido está bien estructurado, las ideas siguen una secuencia lógica, con transiciones y uso de títulos claros. Es fácil de leer.	El trabajo está bastante estructurado, aunque alguna idea parece fuera de lugar. Las transiciones son lógicas y claras. Es fácil de leer.	No se mantiene una estructura ordenada del texto, algunas ideas parecen fuera de lugar o hay mal uso de las transiciones. Trabajo difícil de seguir.	No se mantiene una estructura ordenada del texto, las ideas no están cohesionadas ni guardan orden lógico. Trabajo difícil de leer.
	El final del trabajo incluye una reflexión y conclusiones propias bien fundamentadas.	El final del trabajo incluye una reflexión y conclusiones propias fundamentadas.	El final del trabajo incluye conclusiones pero ninguna reflexión.	El final del trabajo no incluye ni reflexión ni conclusiones o parecen copiadas de otra fuente.
Uso de las TIC	Utiliza con gran destreza y agilidad las TIC.	Utiliza de forma adecuada las TIC.	Usa las TIC con cierta dificultad.	Usa las TIC con dificultad.
Búsqueda de información	Sabe navegar por la red, busca información variada y fiable. La contrasta, sintetiza y la procesa.	Utiliza información variada y fiable. La selecciona y la procesa.	Utiliza información variada pero le cuesta seleccionar, organizar y sintetizar la información.	No sabe buscar información en relación al tema.

ANEXO V

Rúbrica que le sirve al docente para la evaluación de pruebas orales y escritas.

Aspectos	Excelente (9-10)	Buena (7-8)	Adecuado (5-6)	Mejorable (1-4)
Presentación (escrita)	Respetar todos los elementos de presentación establecidos (título, márgenes, legibilidad, limpieza y orden).	Respetar casi todos los elementos de presentación establecidos (título, márgenes, legibilidad, limpieza y orden).	Respetar bastantes de los elementos de presentación establecidos (título, márgenes, legibilidad, limpieza y orden).	Respetar poco los elementos de presentación establecidos (título, márgenes, legibilidad, limpieza y orden).
Corrección ortográfica (escrita)	El texto está escrito correctamente.	El texto contiene algún error ortográfico no significativo.	El texto presenta varios errores ortográficos no significativos o alguno significativo.	El texto presenta varios errores ortográficos significativos para su edad.
Expresión oral	Expone con buena pronunciación y se expresa con confianza y seguridad.	Expone con buena pronunciación y se expresa con alguna pausa o titubeo.	Expone con pronunciación aceptable y se expresa con titubeo.	Expone con baja pronunciación y se expresa con muletillas, desconfianza y falta de fluidez.
Vocabulario empleado	Vocabulario rico, variado, sin repeticiones y usa palabras y expresiones específicas del tema.	Vocabulario algo repetitivo y poco variado, aunque con palabras específicas del tema.	Vocabulario algo repetitivo y con pocas palabras específicas del tema.	Vocabulario pobre y repetitivo.
Contenido	Demuestra buen dominio del contenido y lo expresa, oralmente o por escrito, de forma coherente.	Demuestra dominio del contenido y lo expresa, oralmente o por escrito, de forma coherente.	Demuestra dominio medio del contenido y lo expresa, oralmente o por escrito, con algún error.	Demuestra dominio bajo del contenido y lo expresa, oralmente o por escrito, con diversos errores.

ANEXO VI

Rúbrica que le sirve al docente para la evaluación del cuaderno del alumnado.

Aspectos	Excelente (9-10)	Bueno (7-8)	Adecuado (5-6)	Mejorable (1-4)
Presentación	La presentación del cuaderno es adecuada a los acuerdos establecidos en cuanto a limpieza, orden y claridad en las tareas realizadas.	La presentación del cuaderno descuida alguno de los acuerdos establecidos en cuanto a limpieza, orden y claridad en las tareas realizadas.	La presentación del cuaderno es poco adecuada a los acuerdos establecidos en cuanto a limpieza, orden y claridad en las tareas realizadas.	La presentación del cuaderno es deficiente en los acuerdos establecidos en cuanto a limpieza, orden y claridad en las tareas realizadas.
Contenidos	El cuaderno presenta todas las tareas con gran precisión, ilustraciones, etc.	El cuaderno presenta todas las tareas pero es mejorable en cuanto a precisión, ilustraciones, etc.	El cuaderno presenta casi todas las tareas y es mejorable en cuanto a precisión, ilustraciones, etc.	El cuaderno carece de bastantes tareas y es mejorable en cuanto a precisión, ilustraciones, etc.
Corrección	Los errores están bien corregidos y no vuelve a repetirlos	Los errores están bien corregidos aunque a veces vuelve a repetirlos.	Los errores no siempre están bien corregidos y a veces vuelve a repetirlos.	Los errores pocas veces están corregidos y suele repetirlos.
Reflexión	Reflexiona sobre su trabajo en el cuaderno y sigue propuestas de mejora.	Reflexiona sobre su trabajo en el cuaderno y generalmente sigue propuestas de mejora.	Reflexiona sobre su trabajo en el cuaderno aunque no suele seguir propuestas de mejora.	No siempre reflexiona sobre su trabajo en el cuaderno ni sigue propuestas de mejora.

ANEXO VII

Rúbrica que le sirve al docente para la evaluación del trabajo cooperativo.

Aspectos	Excelente (9-10)	Bueno (7-8)	Adecuado (5-6)	Mejorable (1-4)
Planificación del trabajo	Realiza un uso adecuado de los materiales y recursos disponibles y se ajusta al plazo previsto.	Usa los materiales y recursos disponibles y se ajusta al plazo previsto.	Usa los materiales y recursos disponibles con cierta dificultad para ajustarse al plazo previsto.	Usa los materiales y recursos disponibles con dificultad y sin ajustarse al plazo previsto.
Responsabilidad	Comprende y asume sus responsabilidades y las de los demás, valorando el esfuerzo individual y colectivo.	Comprende y asume sus responsabilidades y las de los demás, reconociendo el esfuerzo individual y colectivo.	Comprende y asume sus responsabilidades, con alguna dificultad para valorar el esfuerzo individual y colectivo.	Elude sus responsabilidades y tiene dificultades para reconocer el esfuerzo individual y colectivo.
Participación	Participa activamente en la dinámica de grupo, generando propuestas para mejorar el aprendizaje cooperativo.	Participa en la dinámica de grupo, generando propuestas para mejorar el aprendizaje cooperativo.	Participa en la dinámica de grupo, aporta alguna propuesta para mejorar el aprendizaje cooperativo.	Participa en la dinámica de grupo con ayuda del docente.
Habilidades sociales	Interacciona con empatía, autocontrol, actitud respetuosa	Interacciona con empatía, autocontrol y actitud respetuosa	Interacciona manteniendo una actitud respetuosa hacia otros	Interacciona con dificultades, necesitando ayuda para

	hacia otros puntos de vista y utilizando diferentes habilidades sociales que contribuyen a la cohesión.	hacia otros puntos de vista.	puntos de vista.	mantener actitudes respetuosas.
Generación y presentación del producto	Contribuye activamente en la consecución de los logros del trabajo grupal. Se responsabiliza de su aportación en la presentación del producto.	Contribuye en la consecución de los logros del trabajo grupal. Se responsabiliza de su aportación en la presentación del producto.	Contribuye en la consecución de los logros del trabajo grupal. Se responsabiliza con cierta dificultad de su aportación en la presentación del producto.	Contribuye algo en la consecución de los logros del trabajo grupal. Se responsabiliza con dificultad de su aportación en la presentación del producto.