

Para pantalla listado:

Odón de Buen y el camino del agua

 3º ESO Biología y Geología - Geografía e Historia - Tecnología - Lengua y Literatura

En esta situación de aprendizaje, el alumnado, de la mano de Odón de Buen, viaja desde el Garraf al Mar Mediterráneo y al Delta del Ebro, remontando río arriba hasta Zuera, su pueblo natal, usando como hilo conductor el recorrido del agua y su influencia en los paisajes y en los seres vivos.

Cada parada permitirá tomar contacto con los fenómenos geológicos asociados a la acción del agua sobre el paisaje, vinculándolo con la diversidad biológica asociada, con la dependencia de la humanidad a la disponibilidad de recursos dependientes del agua y con la necesidad de una gestión sostenible de esos recursos.

Para la Situación de Aprendizaje:

Odón de Buen y el camino del agua

En la biografía de Odón de Buen existen multitud de momentos remarcables en los que su ejercicio de la profesión dejó huella imborrable en el desarrollo de las Ciencias Naturales en nuestro país. Una de esas etapas fue su cátedra de Historia Natural en la Universidad de Barcelona, donde introdujo las prácticas de laboratorio y las excursiones naturalistas llegando por un lado hasta Blanes y por otro hasta el Delta del Ebro.

Esta situación de aprendizaje pretende que el alumnado valore la labor realizada por Odón de Buen como científico y como profesor de Ciencias Naturales en la Universidad de Barcelona, al mismo tiempo que conecta con la acción activa del agua sobre el paisaje, cuyos resultados se combinan y determinan la diversidad biológica y de recursos que dominan el entorno, reforzando la importancia de la gestión sostenible de las aguas continentales superficiales y subterráneas para la sociedad del siglo XXI.

1. Datos identificativos

Título	«Odón de Buen y el camino del agua»
Etapas y curso	3º de ESO
Materia	Biología y Geología
Vinculación con otras materias	Geografía e Historia; Tecnología; Lengua Castellana y Literatura
Temporalización	8 sesiones

2. Reto

En esta situación de aprendizaje no solo nos vamos a ir de excursión de la mano de Odón de Buen, si no que vamos a compartir la experiencia con el resto de la comunidad educativa de nuestro centro. Para ello, nos prepararemos primero con los conocimientos previos necesarios, y así, aprovechar al máximo el viaje. Entre ellos, los geológicos y geográficos básicos y algo de historia. Después, en cada parada, intentaremos descubrir, analizar y comprender los fenómenos biológicos y geológicos que nos muestra el lugar. Y, por último, descubriremos oportunidades tecnológicas y la capacidad de comunicación y la maravillosa sensibilidad de Odón frente a la Naturaleza y a sus fenómenos biológicos y geológicos.

Con todo ello y en grupo, confeccionaremos una exposición para colgar en nuestro vestíbulo o espacio del centro educativo que se considere más idóneo, publicitándola a través de redes sociales, publicaciones y página web del centro.

3. Temporalización

Se usarán **ocho sesiones**:

- **Una** inicial para presentar los contenidos básicos necesarios para el inicio del viaje.
- **Tres** sesiones para la realización del viaje a través de Google Earth.
- **Dos** sesiones para organizar y realizar las actividades que por grupos han diseñado para cada parte de la exposición.
- **Una** sesión para explicar lo que cada grupo ha confeccionado y organizarlo junto con las demás producciones.
- Y finalmente, **una** sesión para instalar en el centro educativo del alumnado la exposición, en el espacio que se considere oportuno.

4. Relación con otras materias

Esta situación de aprendizaje se relaciona con otras materias que el alumnado cursa durante 3º de ESO, como son: Geografía e Historia, pues tienen que ubicar en el mapa el recorrido que irán siguiendo durante el viaje. Además, se contextualiza el origen de la ciudad de Zaragoza desde un punto de vista geológico e histórico. Se sugieren, además, la confección de diferentes maquetas que relacionan la unidad con aspectos importantes de la materia de Tecnología. Y, por último, se propone el encuentro casual con un turista que les da pie a utilizar el inglés para comunicar algunos de sus descubrimientos.

5. Asociación a retos y desafíos del siglo XXI

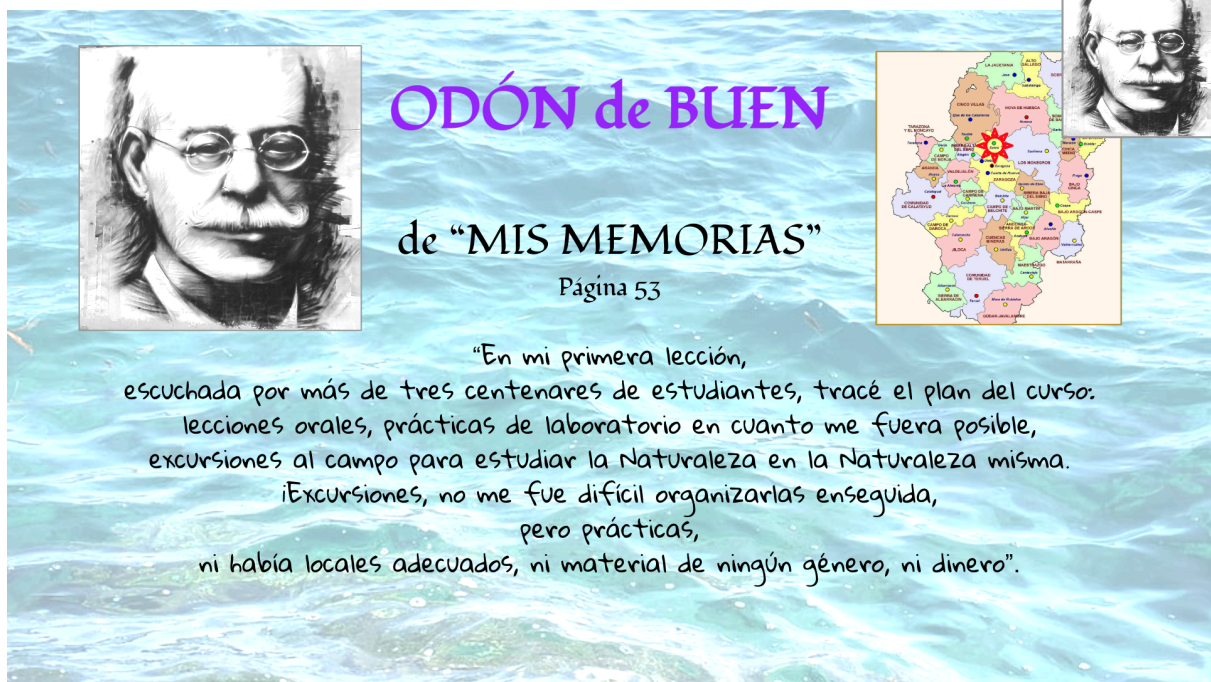
La situación de aprendizaje contribuye sobre todo al **desarrollo sostenible**, poniendo en valor el respeto por el entorno. También contribuye, aunque no directamente, a los **derechos humanos** y a la **igualdad de género**. Además contribuye a una **cultura de paz** y no violencia y valora la **diversidad cultural**. Todo ello alrededor de la gestión de uno de los recursos más básicos en el desarrollo de la humanidad: el agua. Su gestión inadecuada ha supuesto históricamente situaciones de conflicto y desigualdad.

ACLARACIÓN:

- Los textos en **Arial Narrow**, como este, son de confección propia.
- Los textos en *Homemade Apple*, como este, representan lo que podría decir Odón de Buen, por lo tanto, son ficticios.
- “Los textos en *Homemade Apple*, pero puestos entre comillas”, son auténticas palabras de Odón, extraídas de multitud de libros de su extensa bibliografía. O son textos extraídos de libros sobre Odón de Buen. En ambos casos, se detalla referencia bibliográfica.

SESIÓN 1. INICIO, aclarando ideas!

Odón de Buen se presenta:



ODÓN de BUEN

de "MIS MEMORIAS"

Página 53

"En mi primera lección, escuchada por más de tres centenares de estudiantes, tracé el plan del curso: lecciones orales, prácticas de laboratorio en cuanto me fuera posible, excursiones al campo para estudiar la Naturaleza en la Naturaleza misma. ¡Excursiones, no me fue difícil organizarlas enseguida, pero prácticas, ni había locales adecuados, ni material de ningún género, ni dinero".

"Nací en Guera en 1863.

Desde pequeño me gustaban las Ciencias Naturales, sobre todo la Botánica.

Fui un buen estudiante y, gracias a eso, conseguí una beca para licenciarme en la Universidad de Madrid en Ciencias Naturales (por entonces no existían como carreras universitarias ni la Biología, ni las Ciencias Ambientales).

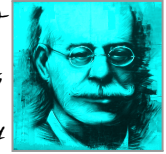
Al acabar, tuve la suerte de participar, como naturalista, en el viaje a bordo de la fragata Blanca que me acercó a un mundo totalmente desconocido en España: la Naturaleza Marina. Gracias a lo que aprendí conseguí la cátedra de Zoología y de Geología y Botánica en la Universidad de Barcelona en donde se me conoció por mis esfuerzos en introducir el Darwinismo en nuestro país y por cómo transformé la forma de enseñar las Ciencias Naturales, pues además de montar un laboratorio en condiciones para hacer prácticas, empecé a organizar las primeras excursiones, para estudiar la Naturaleza en la Naturaleza. Fuimos desde Blanes hasta el Delta, por el Ebro, a las Islas Baleares, al Garraf..."

"En mi primera lección, escuchada por más de tres centenares de estudiantes, tracé el plan del curso: lecciones orales, prácticas de laboratorio en cuanto me fuera posible, excursiones al campo para estudiar la Naturaleza en la

Naturaleza misma. ¡Excursiones, no me fue difícil organizarlas enseguida, pero prácticas, ni había locales adecuados, ni material de ningún género, ni dinero"

Parafraseado de "Odón y el mar" de Chus Juste y Mónica García. Primera página

Hoy, os pido que me ayudéis para completar el estudio correspondiente al **agua y su influencia en el paisaje**. Para ello, exploraremos, viajaremos, experimentaremos en el laboratorio y contaremos al mundo nuestros descubrimientos.



Lo primero que tenemos que concretar es:

→ ¿De dónde proceden las aguas continentales y cómo se distribuyen?

A continuación tienes una serie de frases de Odón de Buen a las que se les ha asignado una letra mayúscula. Debes relacionar cada letra del texto con el número de la imagen. ¿Sabes qué representa la imagen?

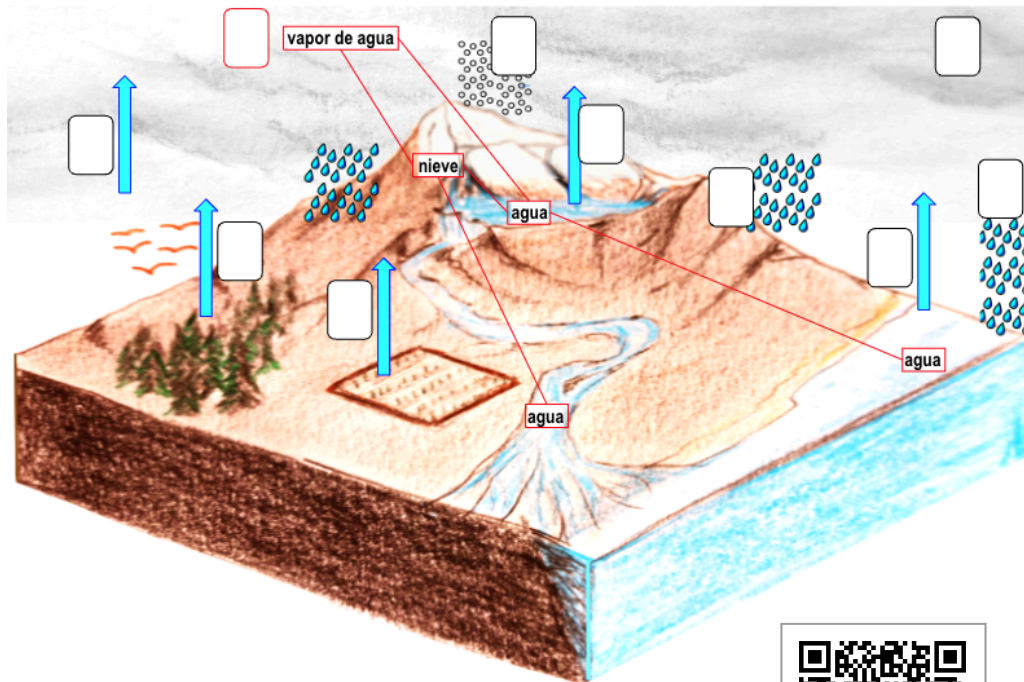
A: "Al aire va todo el vapor de agua procedente de los mares, de los lagos, de las tierras húmedas, todo lo que produce la respiración y el que se origina en determinadas reacciones químicas frecuentes en la Tierra".

B: "Departida por el aire el agua evaporada y el agua exhalada por las plantas y por los animales, si se enfría se condensa en nubes y..."

C: "... si la condensación es rápida, se producen lluvias que caen sobre el suelo. En las regiones frías y en los inviernos crudos, el vapor de agua atmosférico produce nieves que se acumulan a veces en cantidad fabulosa, que son permanentes en ciertos lugares y que se funden con los primeros calores primaverales en muchos puntos".

D: "Gran parte de la lluvia vuelve a caer en el mar de donde procede, pero aún se calcula que se reparte anualmente por la superficie de las tierras la cantidad de 1200 km cúbicos de agua".

E: "Como la rotación del agua, pasando por los tres estados, es continua, corren siempre los ríos, se alimentan los lagos, y el agua que los continentes envían a los mares se compensa con la que de los ríos se difunde por el aire y se precipita por las lluvias y las nieves."



[Enlace](https://fundacionodondebuen.com/wp-content/uploads/2024/07/ciclo-del-agua_1.pptx) a presentación para proyectar el esquema en el aula
(https://fundacionodondebuen.com/wp-content/uploads/2024/07/ciclo-del-agua_1.pptx)

También es importante aclarar un último punto.

→ ¿Qué diferencia al **agua superficial** del **agua subterránea**?

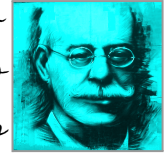
Tienes a continuación tres frases, una de ellas corresponde a las aguas superficiales y otra a las aguas subterráneas.
¿Cuál es cuál?

- A. "una parte vuelve a evaporarse y contribuye a aumentar la cantidad de vapor que contiene el aire;"
- B. "otra parte se filtra, hasta las grandes profundidades a veces, y reaparece en fuentes o manantiales;"
- C. "la que no se filtra ni evapora corre por el suelo formando torrentes, arroyos, y ríos o se concentra en lagunas y lagos"

La frase de Odón de Buen que corresponde a las aguas superficiales es: _____

La frase de Odón de Buen que corresponde a las aguas subterráneas es: _____

Estoy organizando un viaje que ayude a mis estudiantes a entender los fenómenos geológicos en los que interviene el agua; pero necesito pequeños experimentos que les ayuden a comprender esos procesos. Estos tiempos modernos en los que vivís permiten herramientas digitales que yo no tenía. Una de ellas es Google Earth. Haced conmigo este viaje astral y ayudadme con los experimentos que os propongo en cada parada.



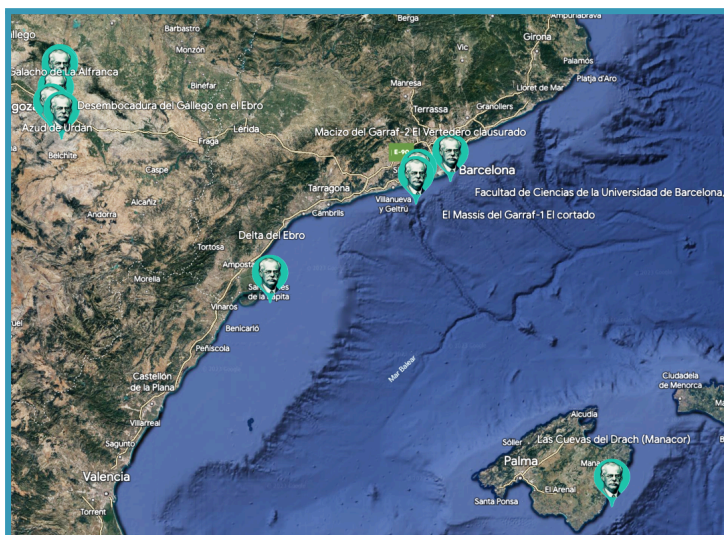
A lo largo del viaje con Google Earth visitaréis lugares donde se observarán fenómenos geológicos asociados a la acción química y física del agua. También alguna cuestión técnica relacionada con el aprovechamiento de los recursos. Además, se sugerirán actividades experimentales que ayuden a la comprensión de conjunto.

Diseñad los experimentos a partir de las sugerencias de Odón y completad el viaje con los resultados. Tened en cuenta que en algunas paradas se descubren interesantes aspectos de nuestra historia.

Organizaos en siete equipos de investigación, un equipo por parada en el viaje, diseñad la experiencia y hacedla.

Y, entre todos, confeccionad una exposición para compartir lo que habéis aprendido con toda la comunidad educativa. Utilizad todos los medios digitales a vuestro alcance: página web de vuestro centro educativo, redes sociales, radiodifusión a través de la radio de tu centro urbano o incluso la radio de tu centro educativo, si la tenéis.

Preparad la maleta que...



¡Despegamos!

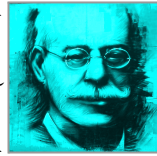


Enlace a Google Earth:

https://earth.google.com/earth/d/1a2jo36wbKM1Ghj75xWZV3n2kufV_jSCs?usp=sharing

SESIÓN 2.- EL CAMINO DEL AGUA I

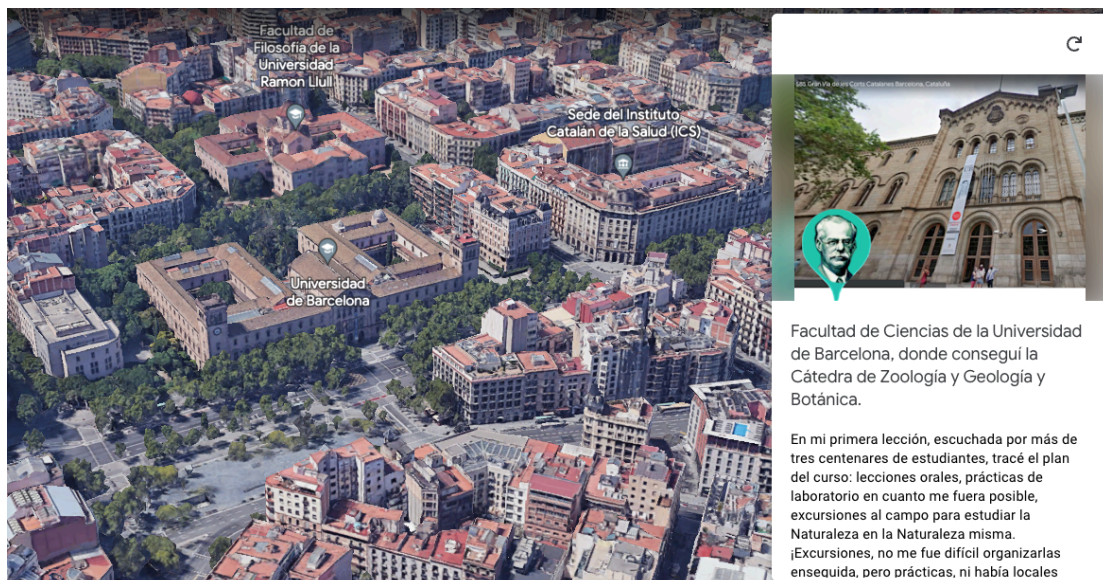
Hoy iniciamos nuestro viaje saliendo de mi facultad en Barcelona. Haremos un total de ocho paradas. Y en cada parada tendréis una imagen, algunas preguntas, la sugerencia de un experimento para poder responderlas y mi pequeña explicación. ¡Buen viaje!



Organización sugerida para el viaje:

- Sesión 2: hacer grupos, organizar cada grupo, por ejemplo con aprendizaje cooperativo y aprendizaje basado en proyectos. Hacer la parada de inicio y las dos primeras paradas.
 - INICIO, PRIMERA PARADA: desde Barcelona, la Facultad de Ciencias de la Universidad de Barcelona
 - SEGUNDA PARADA: el Macizo del Garraf
 - TERCERA PARADA: Las Cuevas del Drach en Mallorca
- Sesión 3:
 - CUARTA PARADA: la Desembocadura del Ebro
 - QUINTA PARADA: el Galacho de la Alfranca
 - SEXTA PARADA: la Desembocadura del Gállego en el Ebro
- Sesión 4:
 - SÉPTIMA PARADA: el Azud de Urdán.
 - OCTAVA y última PARADA: Zuera, donde nació Odón de Buen
- INICIO: Facultad de Ciencias Universidad de Barcelona

Imagen:



Pregunta:

¿De qué está hecha la fachada de la antigua Facultad de Ciencias de la Universidad de Barcelona ubicada en Plaza Universidad, mi facultad, dónde trabajé durante años como investigador y como docente con mi cátedra de Zoología y de Geología y Botánica?

Sospecho que el material con el que está hecha la fachada de mi facultad es roca caliza, que es una roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio (CaCO_3), generalmente calcita, aunque frecuentemente presenta trazas de magnesita (MgCO_3) y otros carbonatos. Necesito que comprobéis experimentalmente que se trata de esa roca. Os adjunto una clave dicotómica para reconocer minerales que he simplificado de la mía original. Si con esa clave llegáis al mineral calcita, habremos confirmado su mineral principal. Lo siguiente será verla al natural.

Actividad experimental propuesta:

Determinación de una roca calcárea (hipotética muestra de la fachada de la facultad). Puesto que la roca calcárea básicamente está formada por calcita, se puede usar una clave de minerales propuesta, procedente de una original de Odón de Buen simplificada (si se cree oportuno, se puede cambiar la clave de minerales por una de rocas que el alumnado está usando durante el curso).

- Para esta primera actividad será necesaria una muestra de roca calcárea que simulará un pedazo de la fachada.
- La clave para determinar si esa muestra de roca está formada mayoritariamente por calcita
- Un cuentagotas con "sal fumada", o lo que es lo mismo, sulfmán, o sea, ácido clorhídrico diluido (una dilución al 10% bastará).



Clave dicotómica Odón de Buen:

<https://fundacionodondebuen.com/wp-content/uploads/2024/07/Claves-Dicotomicas-Practicas-de-Mineralogia-Odon-de-Buen.pdf>



Enlace a la clave simplificada:

<https://fundacionodondebuen.com/wp-content/uploads/2024/07/Clave-dicotomica-MINERALES-de-la-facultad-de-Barcelona.pdf>

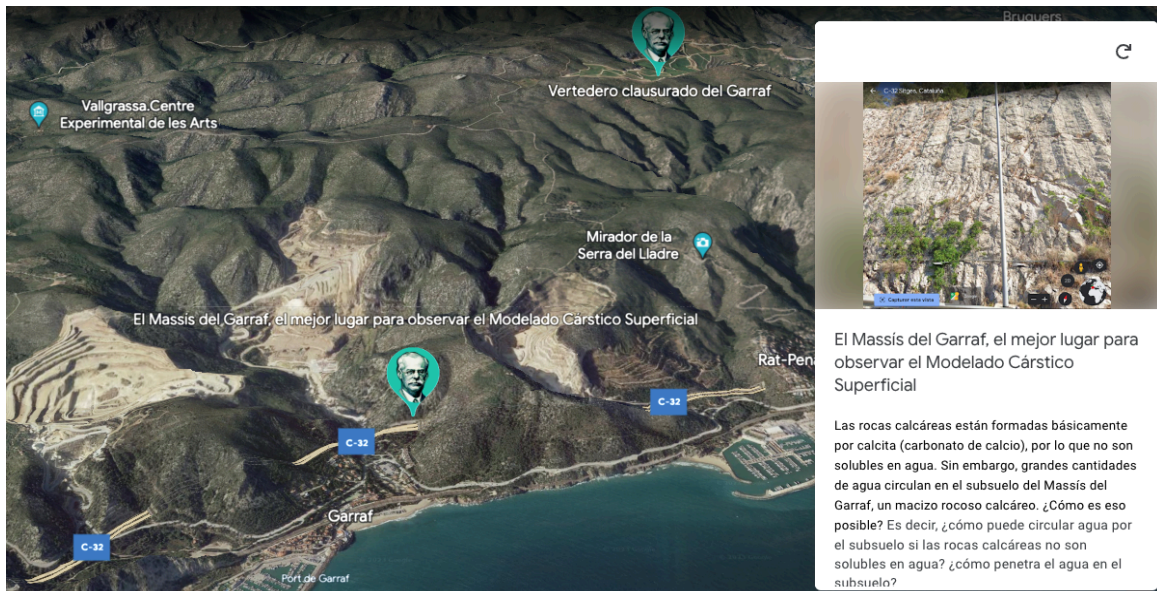
ODÓN RESPONDE:

Las características de las dicotomías de la clave dicotómica de minerales te han llevado, espero, a la CALCITA; por lo que supondremos que se trata de roca calcárea. Una roca que caracteriza al Macizo del Garraf, nuestra siguiente parada, en donde podremos observarla al natural.

● SEGUNDA PARADA: Macizo del Garraf

En el Macizo del Garraf es interesante que veáis un **cortado** y el **antiguo vertedero** de basuras clausurado en la actualidad. Google Earth te llevará primero al cortado para que descubras sus rocas en detalle. Después te llevará al Vvertedero.

Imagen: "El cortado"



Pregunta:

Las rocas calcáreas están formadas básicamente por calcita (carbonato de calcio), por lo que no son solubles en agua. Sin embargo, grandes cantidades de agua circulan en el subsuelo del Massís del Garraf, un macizo rocoso calcáreo. ¿Cómo es eso posible?

Actividad experimental propuesta:

Diseñad una actividad experimental que os permita describir el mineral principal de las rocas calcáreas, la calcita. Puedes usar las propiedades de los minerales y una muestra de calcita. Es decir, comprueba cuáles son sus características para cada una de las propiedades (color, color de la raya, brillo, exfoliación, dureza, densidad...).

Una vez aclaradas sus características, analizad vuestros resultados y pensad ¿cuáles de esas propiedades creéis que son decisivas para permitir el paso del agua de la superficie al subsuelo? ¿En alguna de ellas la calcita tiene valores que pueden explicar por qué acaba entrando el agua en el subsuelo de un terreno formado por rocas ricas en este tipo de mineral? La imagen que te muestra Google Earth puede ayudarte.

Odón responde:

"En las masas calcáreas, la roca es difícilmente penetrable; el agua que cae sobre el suelo filtra por las grietas siguiendo un curso irregular y tortuoso. Encuentra a veces a su paso oquedades, grandes hendiduras y allí se acumula, no siendo raro el que se originen verdaderos riachuelos o se formen bajo tierra lagos extensos".

Imagen: antiguo vertedero



Pregunta:

- Si seguís al siguiente punto en el Macizo del Garraf, veréis que os lleva a un vertedero clausurado. ¿Por qué creéis que tuvieron que cerrarlo? ¿Tendrá algo que ver con *lixiviados* ([enlace a wikipedia](#))?
- Ahora en ese lugar hay una planta de biogás. Buscad información en internet sobre las plantas de biogás (qué son, para qué sirven, qué necesitan, qué producen...) ¿Creéis que tienen relación su función y su posición en el mapa?

Aquí tenéis un artículo interesante para responder alguna de las preguntas:

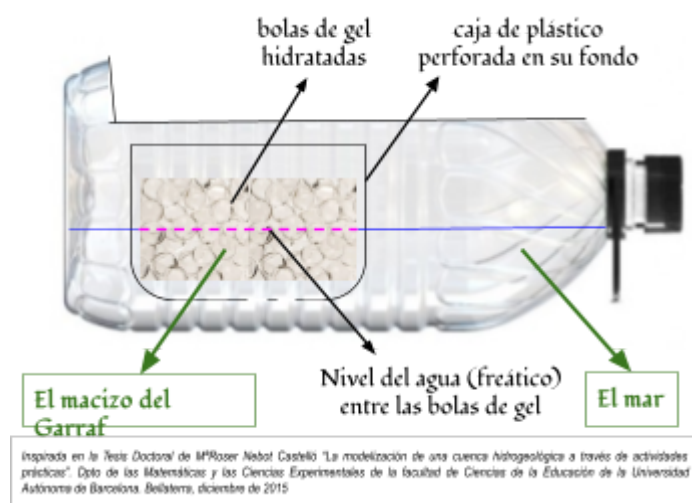
<https://www.elllobregat.com/noticia/18763/gav/la-planta-de-biogas-del-antiguo-vertedero-del-garraf-estrena-un-sistema-que-obtiene-electricidad-del-calor.html>



Actividad experimental:

Inspirada en la Tesis Doctoral de M^aRoser Nebot Castelló "La modelización de una cuenca hidrogeológica a través de actividades prácticas". Dpto de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales de la facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra, diciembre de 2015

Te propongo construir una maqueta para visualizar cómo pueden esos lixiviados llegar al mar, atravesando montañas tan grandes y a tanta distancia.



Utiliza una garrafa de plástico de 5 litros, de las de agua, ya vacía y una caja de plástico de las que se usan para los tomates cherry, que van agujereadas por el fondo. Llénala de bolitas de gel y ponla dentro de la garrafa, según muestra la imagen. La caja de plástico es el macizo del Garraf. Lo que queda libre en la garrafa será el mar. Llena de agua hasta que el mar tenga unos 5 cm de profundidad.

Ahora echa lixiviados (agua teñida con azul de metileno o cualquier otro colorante, alimentario, por ejemplo) en la zona del Macizo del Garraf y observa qué sucede.

¿Pasaría lo mismo si la caja de tomates cherry no llevase agujeros en el fondo? ¿Qué representan esos agujeros?

ODÓN RESPONDE:

Las basuras humanas tienen componentes orgánicos que, al descomponerse, producen un líquido marrón oscuro lleno de sustancias disueltas en agua, son los lixiviados. El agua que pasa a través de las grietas, arrastra estos lixiviados hasta el mar, constituyendo un grave contaminante y, por lo tanto, un grave problema. Por suerte, la razón y la ciencia se impusieron y el vertedero se clausuró. Ahora, continúa con normalidad el proceso natural...

...“las corrientes subterráneas formadas merced a las grietas que hallan a su paso, producen en la roca calcárea efectos de desgaste tanto mayores cuanto mayor es su intensidad y su fuerza, y las grietas se van haciendo cada vez más grandes, produciéndose en ocasiones derrumbamientos si encuentra el agua una zona débil en que la roca cede con facilidad.

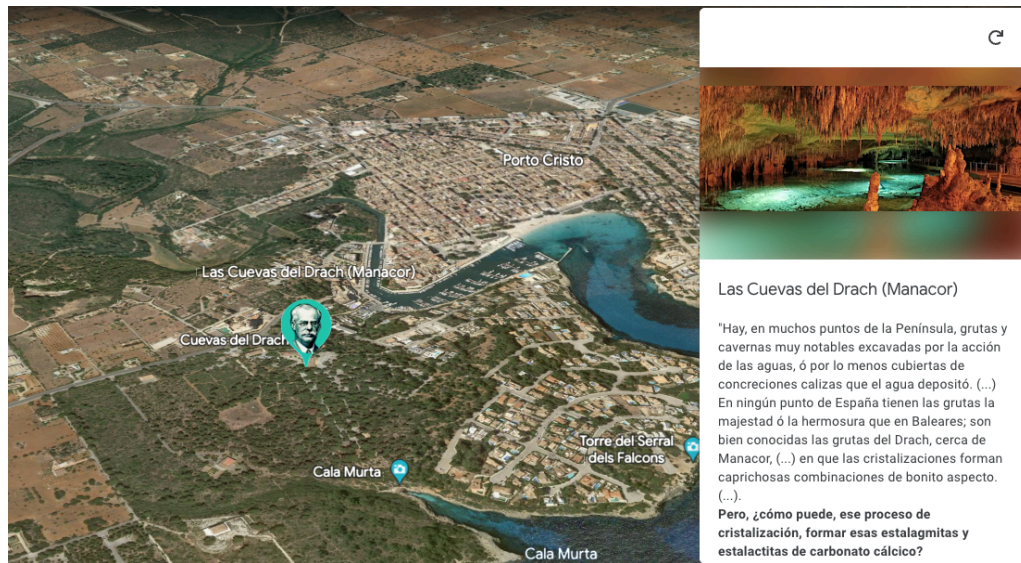
Un sistema tortuoso de grietas ensanchadas uniendo amplios espacios producidos por derrumbamientos en cuyo suelo se ven grandes aglomeraciones de rocas, es lo que forma las grutas o cavernas que se admiran en muchas regiones del globo”.

“Nociones de Geografía Física” de Odón de Buen, página 140

Pero eso lo dejamos para nuestra siguiente parada: Las Cuevas del Drach en Mallorca.

- TERCERA PARADA: Mallorca, las Cuevas del Drach

Imagen:



Pregunta:

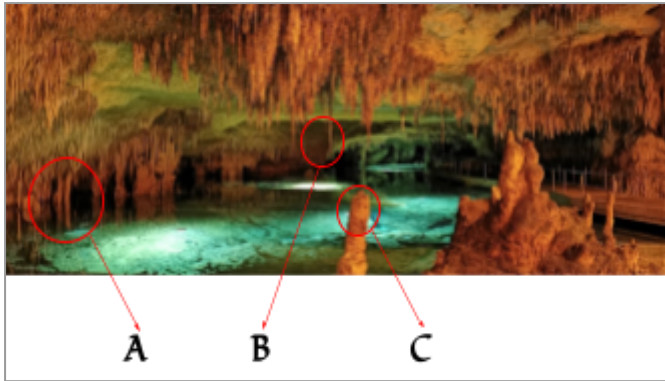
"Hay, en muchos puntos de la Península, grutas y cavernas muy notables excavadas por la acción de las aguas, ó por lo menos cubiertas de concreciones calizas que el agua depositó. (...) "



Fig. 29. Un lago en las grutas del Drach (Mallorca)

"En ningún punto de España tienen las grutas la majestad ó la hermosura que en Baleares; (donde) son bien conocidas las grutas del Drach, cerca de Manacor, (...) en que las cristalizaciones forman caprichosas combinaciones de bonito aspecto (...): estalactitas, estalagmitas y columnas.

"Geografía Física" de Odón de Buen



En la imagen de las cuevas se observan algunas de esas estructuras, esos *espeleotemas*, ¿sabríais decir cuáles son estalactitas, cuáles estalagmitas y cuáles columnas?

Reconocer esos espeleotemas es importante; pero aún es más importante entender por qué están ahí. Se deben al proceso de cristalización del carbonato cálcico del agua. Pero, ¿cómo funciona ese proceso de cristalización y de qué depende que el resultado sean estalagmitas o estalactitas o columnas de carbonato cálcico?

Actividad experimental propuesta:

Intentad imitar el proceso de cristalización del carbonato cálcico, pero usando sal común en su lugar (cristaliza más rápido, lo que permitirá reducir un proceso de centenares de años a unos pocos días). Os podéis ayudar de dos vasos, dos clips metálicos, un hilo grueso que se empape (algodón), agua y mucha sal. Y unos cuantos días. Pensad de qué modo pondréis el cordón para favorecer la formación de estalactitas, estalagmitas y columnas. Podéis hacer varios montajes pensando cada uno de ellos para cada una de esas formaciones.

ODÓN RESPONDE:

*“El decorado admirable de las grutas es debido a que el agua de filtración llega cargada de materia calcárea, y cuando cae gota a gota, lentamente, deja estos materiales en el suelo produciendo, con el transcurso de las edades, columnas que se levantan hacia el techo, llamadas *estalagmitas*, en la bóveda, muchas gotas se evaporan, no llegan a desprenderse y allí dejan la substancia calcárea, formándose, en muchos siglos de labor, conos blancos que descienden hasta el suelo y unas veces quedan al aire (*estalactitas*) y otras veces se unen a las estalagmitas, constituyendo esbeltas y elevadas *columnas*. Por las paredes, a lo largo de las grietas, la decoración varía, según los accidentes, y así se han producido esas láminas onduladas que parecen banderas de piedra, esos arabescos de las paredes y esos artesonados incomparables que tapizan las bóvedas. Y júzguese el efecto de éstas, reflejadas en las aguas limpias, silenciosas de los lagos.”*

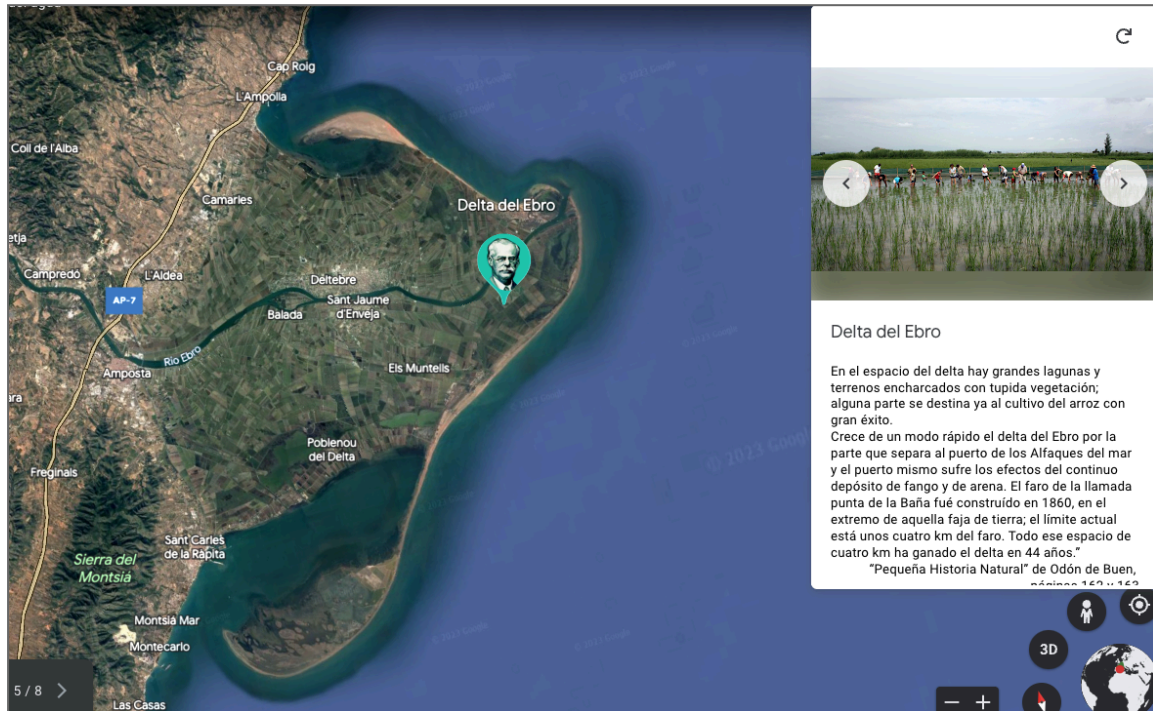
“Nociones de Geografía Física” de Odón de Buen, página 142.

SESIÓN 3.- EL CAMINO DEL AGUA II

El día anterior terminamos en las Cuevas del Drach. Seguimos viaje:

- CUARTA PARADA: La desembocadura del Ebro

Imagen:



Preguntas:

"Los mares con mareas poco sensibles son los privilegiados en la formación de los deltas; en el Mediterráneo hay los del Nilo, del Po, del Ródano y del Ebro; en el Caspio el Volga. (...)"

"Pequeña Historia Natural" de Odón de Buen, página 163

"El delta del Ebro se extiende entre dos líneas divergentes: una de Tortosa a las montañas inmediatas a San Carlos de la Rápita, y otra desde aquella ciudad al límite del Puerto del Fangal. Entre las dos bocas principales del Ebro queda la isla de Buda (fig. 33). En el espacio del delta hay grandes lagunas y terrenos encharcados con tupida vegetación; alguna parte se destina ya al cultivo del arroz con gran éxito."

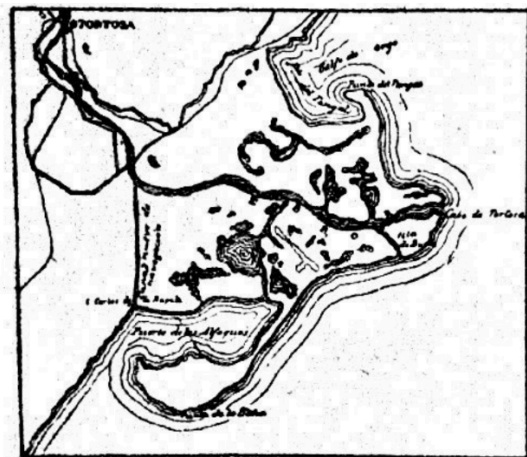


Fig. 33. Delta del Ebro

Crece de un modo rápido el delta del Ebro por la parte que separa al puente de los Alfaques del mar y el puente mismo sufre los efectos del continuo depósito de fango y de arena. El faro de la llamada punta de la Baña fué construido en 1860, en el extremo de aquella faja de tierra; el límite actual está unos cuatro km del faro. Todo ese espacio de cuatro km ha ganado el delta en 44 años."

"Pequeña Historia Natural" de Odón de Buen, páginas 162 y 163

- Según este fragmento del monográfico que Odón de Buen escribió en 1904, ¿el delta estaba creciendo o disminuyendo?
- ¿De dónde proceden los materiales que sobresalen de la tierra firme formando el delta?
- Odón comenta que el delta se empieza a usar para cultivar arroz en alguna zona, y con éxito. Observad la imagen actual del Delta: ¿qué son todos esos cuadrados de colores ocres y verdes?
- Comparad la imagen de 1904 del Delta que había en el libro de Odón con una imagen actual del Delta. ¿Creéis que sigue igual, es mayor o está disminuyendo? ¿Qué puede haber aguas arriba que lo justifique?



En nuestro viaje nos hemos encontrado a un turista que ha hecho estas dos fotografías en donde se ve un grupo de personas. Es de Londres y no entiende qué se ve en ellas ni qué están haciendo esos grupos de personas:

-Please, can you tell me what they are doing?

Aprovechad vuestras clases de inglés y las indicaciones de cómo describir una imagen y redactad para cada imagen su descripción en inglés.



Imagen A

Imagen B

Actividad experimental propuesta:

Odón de Buen resalta la velocidad del agua como factor determinante en la formación de un delta. Nos dice que si las aguas son tranquilas, se depositan los materiales dificultando la libre circulación del agua, que se ralentiza aún más. Para comprobarlo, os sugerimos la siguiente propuesta:

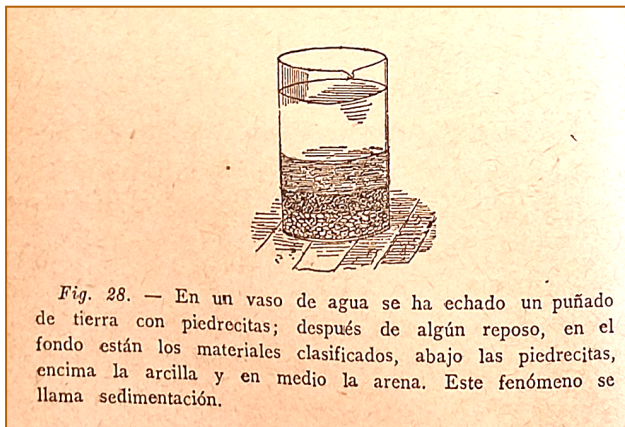
Primero echad en un vaso o en una probeta grande un puñado de tierra y llénadlo hasta la mitad de agua. Agítadla bien. El agua se estará moviendo como se mueve en un río con aguas rápidas. Luego, déjadlo reposar. El agua irá perdiendo velocidad hasta casi pararse, entonces representará un río de aguas tranquilas. Observad y anotad lo que sucede.

Probad a hacer el mismo experimento, pero esta vez añadid otros materiales además de la tierra, por ejemplo piedrecitas de diferentes tamaños, arena... Observad, anotad vuestros resultados y comparadlos con el experimento anterior.

- ¿Qué ha pasado con la tierra y las piedras al parar el agua?
- ¿Cómo podéis relacionar estos resultados con la formación del Delta?
- ¿Cómo podéis relacionarlo con vuestras respuestas a las preguntas de la situación actual del Delta, es decir, su uso y si crece, decrece o sigue igual que en 1904?

ODÓN RESPONDE:

Si en un vaso de agua echamos un puñado de tierra, el agua se enturbia.



*Dejándola reposar algún tiempo, las partículas de tierra que enturbiaban el líquido se van depositando, el agua se aclara y en el fondo del vaso queda una capa de barro, esta capa se llama un **sedimento**; el fenómeno puede pues, llamarse **sedimentación**.*

Si en vez de echar tierra fina sólo la echamos en el vaso mezclada con piedrecitas y arena, pasará lo siguiente: las piedrecitas, que pesan más, se irán rápidamente al fondo del vaso; la arena, algo menos pesada, se depositará sobre las piedrecitas, y al cabo de algún tiempo, sobre la arena se depositará la tierra fina formando barro.

*En este caso, el sedimento no es uniforme; se han depositado los materiales en tres tiempos distintos, y en el vaso hay tres capas diferentes, los materiales sedimentarios **se han depositado por el orden de sus densidades**, primero los más pesados, después los más ligeros.*

En el mar, donde desemboca un río, en las épocas de avenida, el agua se enturbia, formándose una extensa zona que es rojiza o amarillenta, según sea el color del agua dulce enturbiada. El río arrastra desde las montañas en que se

forma, cantos, arena, tierra, que va depositando, y al llegar a la desembocadura sus aguas, casi barro, no se mezclan en seguida con las del mar, quedan algún tiempo separadas, y durante este tiempo se va depositando el lodo en el fondo.

Lo que ha pasado en la desembocadura del río es lo mismo que pasa en el vaso, se ha verificado la sedimentación, formándose en el fondo del mar un sedimento.

"Pequeña Historia Natural" de Odón de Buen. Páginas 44 y 45

No todos desembocan del mismo modo, la desembocadura ofrece aspecto distinto en los mares agitados por las corrientes o por las grandes mareas que en los mares tranquilos, si el río es torrencial o por el contrario es de mansa corriente.

Cuando el río desemboca en una escotadura profunda después de ir más o menos tiempo encallejonado en un valle de mayor o menor amplitud, la desembocadura constituye lo que se llama un estuario."

"Pequeña Historia Natural" de Odón de Buen, página 159

Si los ríos desembocan en mares tranquilos, de escasa corriente, de poca marea, y han recorrido antes extensa llanura que disminuye la velocidad de las aguas, forman en su desembocadura, con los materiales acarreados lo que se llama un delta.

El valle fluvial se va llenando en su extremo, el río se divide en ramas, entre las cuales se extienden terrenos encharcados que poco a poco van desapareciendo, que primero se cubren de vegetación, cuyos restos carbonosos forman capas en el suelo del delta, alternando con las de arena y arcilla depositadas por el río.

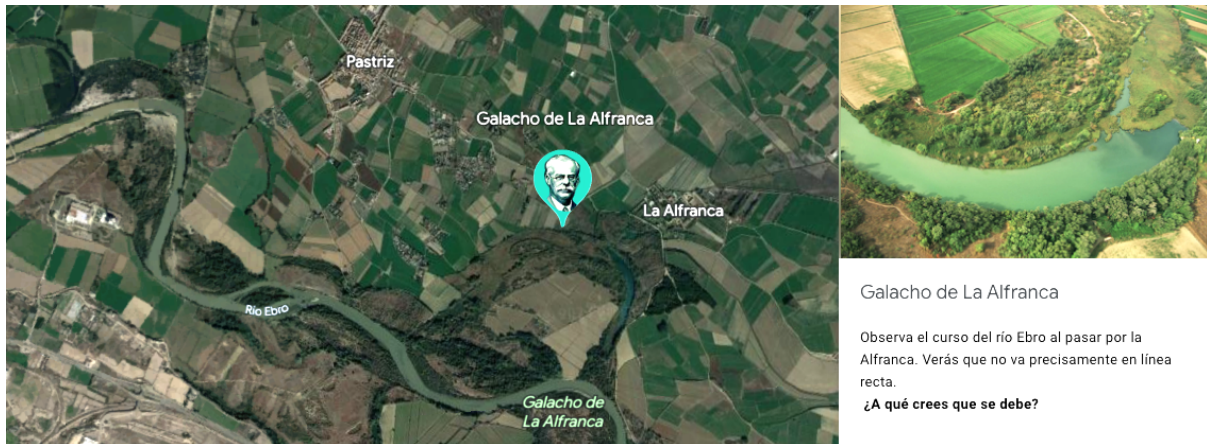
"Pequeña Historia Natural" de Odón de Buen, página 162

Son los ríos agentes poderosos de transformación del suelo, las corrientes impetuosas empujan hacia abajo los materiales de las montañas, los ríos arrastran sus residuos, que dejan en parte en su trayecto, que llevan al mar en último término. La obra de destrucción que se verifica en los macizos montañosos, se compensa con la obra de construcción de nuevos terrenos en las llanuras o en el fondo de los mares."

"Geografía Física de España" de Odón de Buen. Página 154

- QUINTA PARADA: El Galacho de la Alfranca

Imagen:



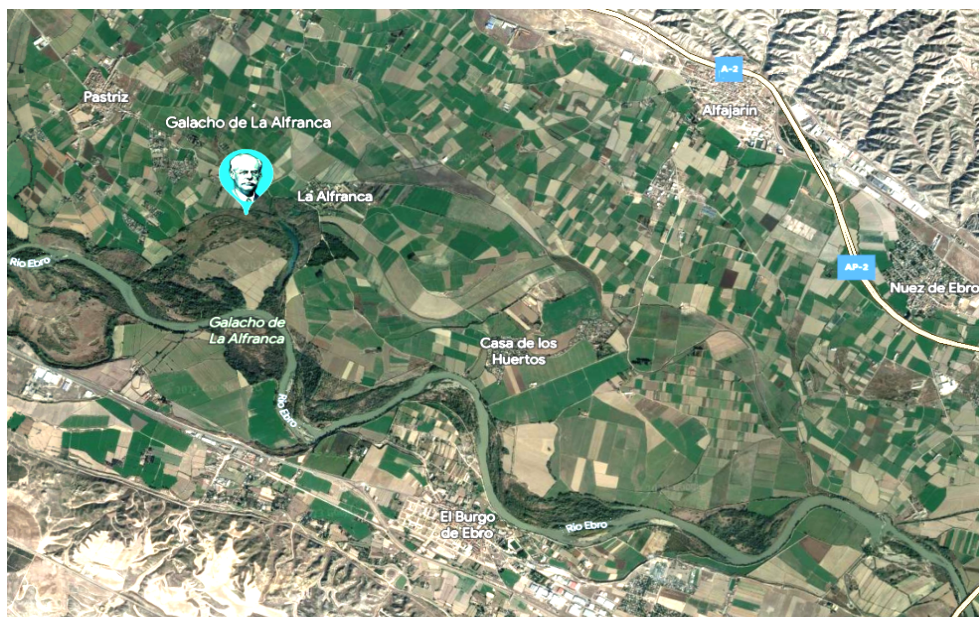
Pregunta:

Observad el curso del río Ebro al pasar por la Alfranca. Veréis que no va precisamente en línea recta.

- ¿Cómo se le llama a las curvas que hace el río?
- En otros lugares más cercanos al curso alto del río, sus aguas circulan en líneas mucho menos curvas. ¿Por qué las hace aquí y no aguas arriba?
- Fíjate en la imagen. En la parte superior, dónde marca el icono de Odón, hay una curva de agua abandonada. ¿Qué nombre recibe y qué hizo que el río abandonara ese curso?
- ¿De dónde provienen la arena y los cantos rodados de los márgenes?

Actividad experimental propuesta:

Observad la imagen con detenimiento. Seguro que intuís unas curiosas líneas curvas entre los cultivos. Son los antiguos meandros abandonados y colmatados de sedimentos que ahora se aprovechan para el cultivo. Marcadlos sobre la imagen. ¿Cuántos os salen?



ODÓN RESPONDE:

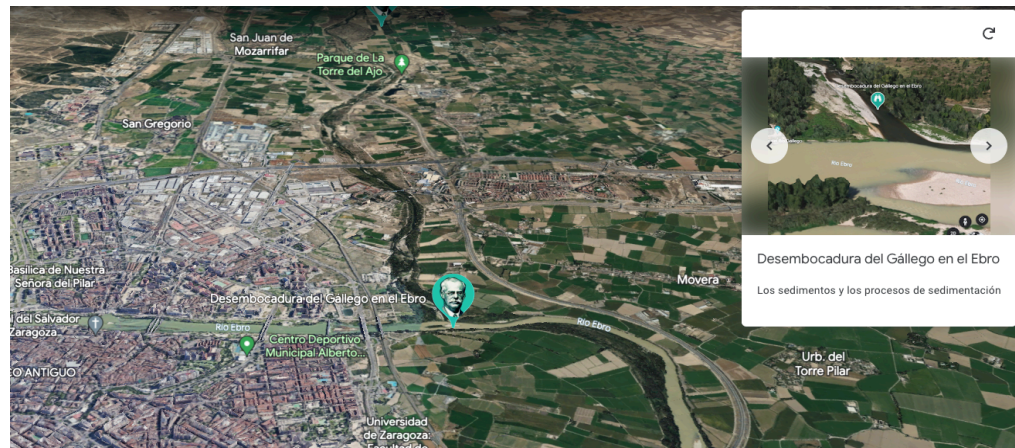
"El agua arrastra y arrastra con un empuje titánico; cuesta abajo van en los torrentes peñascos colosales; los ríos trituran peñas y ruedan los fragmentos acumulando enorme cantidad de cantos rodados, resultando arena de esta labor.

Però el agua es gran constructora; descompone, tritura, arrastra lo viejo, y forma terrenos nuevos; es la gran niveladora, la gran reformadora."

De la "Pequeña Historia Natural". Volúmen 1. Geología y Botánica" páginas 52

- **SEXTA PARADA:** la confluencia de dos ríos, el Gállego y el Ebro

Imagen:



"Existen en la Tierra corrientes continuas de agua a que llamamos genéricamente **ríos**. Son éstos la reunión de todas las aguas que brotan de las fuentes, que caen por las laderas o corren por los surcos de las llanuras después de la lluvia; muchas veces contribuyen a su formación las nieves de las altas regiones al deshelarse.

En realidad los ríos son producto de la acumulación de las aguas superficiales y de las aguas de filtración; por ellos discurre todo el agua de las lluvias que no retiene el suelo ni aprovechan los seres vivos."

"Geografía Física de España" de Odón de Buen. Página 152 y siguientes

"Los ríos de largo trayecto pueden dividirse en zonas diversas, según la pendiente y la naturaleza del terreno. Las variedades en el régimen de las aguas dependen de los afluentes. Buscando siempre el nivel inferior, a veces se encuentran las aguas de un arroyo o de un río con las de otro, verificándose una confluencia (figura 31) que modifica la velocidad de la corriente que hasta entonces tenía el río principal y aumenta la cantidad de agua. Las zonas diversas de un gran río pueden coincidir con las zonas de sus afluentes principales."



Fig. 31. Confluencia de dos ríos

No han sido los ríos barreras opuestas a la civilización de los pueblos o a las irrupciones bárbaras; no suelen marcar líneas divisorias entre las naciones;

las corrientes de agua mejor unen que separan; a lo largo de los ríos las comunicaciones son fáciles, la vida halla ventajas extraordinarias y la civilización se extiende sin obstáculos”.

“Geografía Física de España” de Odón de Buen. Página 154

Preguntas:

- ¿Qué se ha formado en esa confluencia entre el Gállego y el Ebro? ¿De dónde han salido esos materiales acumulados?
- Hay una plataforma de observación, pero ¿observación de qué?
- La ciudad de Zaragoza fue fundada como ciudad romana hacia el año 14 a.C., sobre la ciudad ibérica de Salduie, coincidiendo con la reorganización de las provincias de Hispania por Augusto tras su victoria en las Guerras Cántabras. Se bautizó como Colonia Caesaraugusta. Podemos ver reflejado lo que fue esa Colonia en el casco antiguo de la ciudad actual. Fíjate bien dónde se encuentra el casco antiguo en referencia a los tres ríos: el Huerva, el Gállego y el Ebro. Verás que se encuentran aguas arriba respecto de la desembocadura de los dos afluentes. Después de lo que has aprendido sobre la acción del agua sobre el relieve y la capacidad de mover sedimentos que tiene el río
 - ¿Crees que su ubicación fue al azar? ¿qué les pudo motivar a colocar la ciudad al oeste del Huerva y el Gállego en lugar de al Este, que les quedaba más cerca de Tarraco (la actual Tarragona)?

Actividad experimental propuesta:

De allá, de lo más alto de las montañas proceden muchos cantos, procede mucha tierra, que el río reparte abajo, en la llanura, cuando se desbonda, o que lleva al mar para rellenar su fondo. Los materiales nuevos que el agua deposita en la sedimentación, proceden de la descomposición de materiales viejos.

Para convenceros, recoged arena en la orilla de un río o en la playa del mar; examinad los granitos de que está formada, y veréis variedad de minerales; con frecuencia encontraréis los minerales de que os dije estaba formado el granito de las montañas: cuarzo, feldespato ortosa y mica”.

De la “Pequeña Historia Natural”. Volumen 1. Geología y Botánica” páginas 53.

En esta parada os recomiendo que recojáis arena de algún río o playa que tengáis cercano y observéis sus granos. Utilizad, si podéis, una lupa binocular. Determinad el tipo de material y comparad con el [mapa de la litología de Aragón](#). ¿De dónde provienen y quién los ha traído hasta ahí? ¡Quizá te sorprenda desde donde han sido arrastrados!

Y para contestar mejor a la pregunta sobre la ubicación de la Ciudad Caesar Augustae os adjunto el mapa extraído de la Wikipedia.

Podéis buscar en Google Maps dónde se encuentra esta zona de la ciudad y fijáos en donde están los dos ríos, el Huerva y el Gállego.



ODÓN RESPONDE:

"Comenzó el trabajo de cada río por excavar su cauce, por dar una salida fácil a las aguas, un canal a la corriente. Continuó ensanchando el cauce cada vez más hasta formar un verdadero valle, ahondando muchas veces, rellenando en ocasiones. Ríos hay cuyo cauce se rellena, que en su zona de origen arrancan muchos materiales y los depositan más abajo; las villas y ciudades antiguas edificadas en las orillas, están hoy más bajas que el lecho del río y han de contener las aguas con fuertes diques".

Geografía Física de España" de Odón de Buen. Página 154

Esto es lo que ya sabían los romanos, por eso construyeron la ciudad al oeste de la desembocadura de los afluentes del Ebro. Pretendían esquivar las crecidas producidas por los períodos del deshielo de las nieves de invierno en las montañas del norte (por el Gállego) y del sur (por el Huerva).

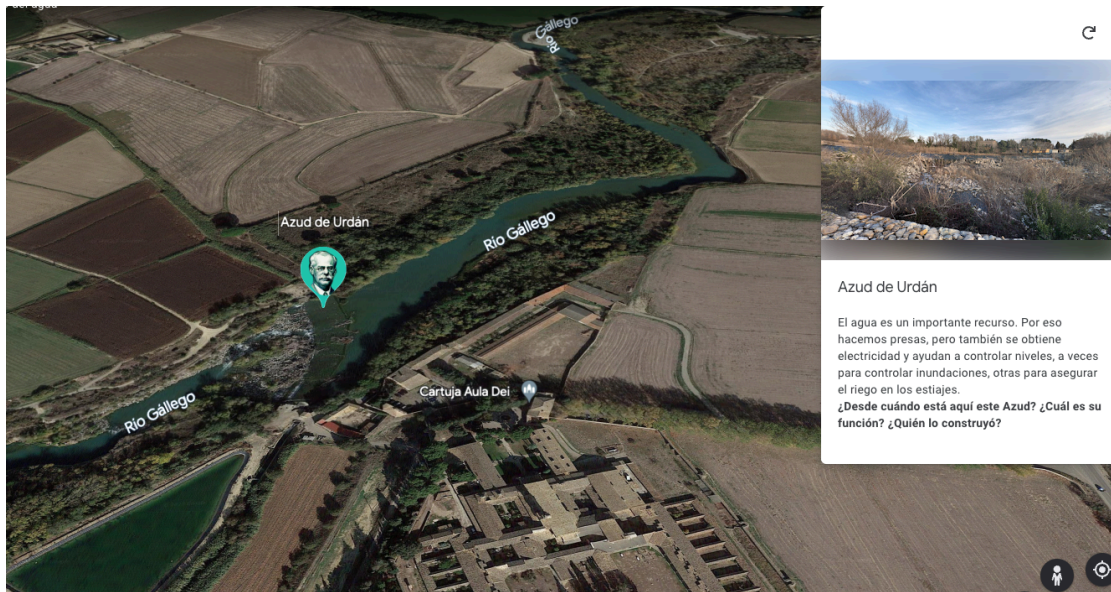
¡Qué listos, estos romanos!

SESIÓN 4.- EL CAMINO DEL AGUA III

El día anterior terminamos en la confluencia de dos ríos: el Ebro y el Gállego; éste último, afluente del primero. Seguimos viaje:

● SÉPTIMA PARADA: el Azud de URDÁN

Imagen:



Pregunta:

El agua es un importante recurso. Por eso hacemos presas, pero también se obtiene electricidad y ayudan a controlar niveles, a veces para controlar inundaciones, otras para asegurar el riego en los estiajes. En esta parada estás frente al Azud de Urdán. Pero:

- ¿Desde cuándo está aquí este Azud? ¿Quién lo construyó?
- ¿Cuál creéis que es su función?

Actividad experimental propuesta:

Podéis diseñar y construir una maqueta en la que se observe el aumento del nivel del agua gracias a un azud, lo que permite el riego de las tierras más alejadas del río. Podéis usar para ello una bandeja de plástico grande y plana como recipiente general. Para el cauce y el relieve de alrededor del río podéis emplear arcilla u otro material para modelar. Añadid pequeñas casitas representando poblaciones cercanas. Y para vuestro azud podéis usar una lámina de plástico resistente.

Una vez confeccionada la maqueta podéis simular situaciones de lluvias torrenciales aguas arriba, o deshielo de las nieves de montaña. Comprobad lo que sucede sin poner azud en la maqueta y comparadlo con lo que sucede poniendo el azud.

ODÓN RESPONDE:

"Cuando los ríos están principalmente alimentados por fuentes, son de tranquila corriente de aguas limpias, de caudal muy constante, raras veces producen inundaciones."

Cuando, por el contrario, se alimentan de corrientes superficiales que bajan de las montañas, producto de las lluvias y de la fusión de las nieves, tienen en su caudal fluctuaciones de importancia según la época del año; muchas veces, tras grandes lluvias, se desbordan y las aguas son turbias en las crecidas”.

“Geografía Física de España” de Odón de Buen. Página 152

“En el régimen de los ríos suele haber cada año un período de menor caudal que se denomina el *estiaje*, en que la labor es escasa, y otro período de actividad mayor que es la *crecida*.”

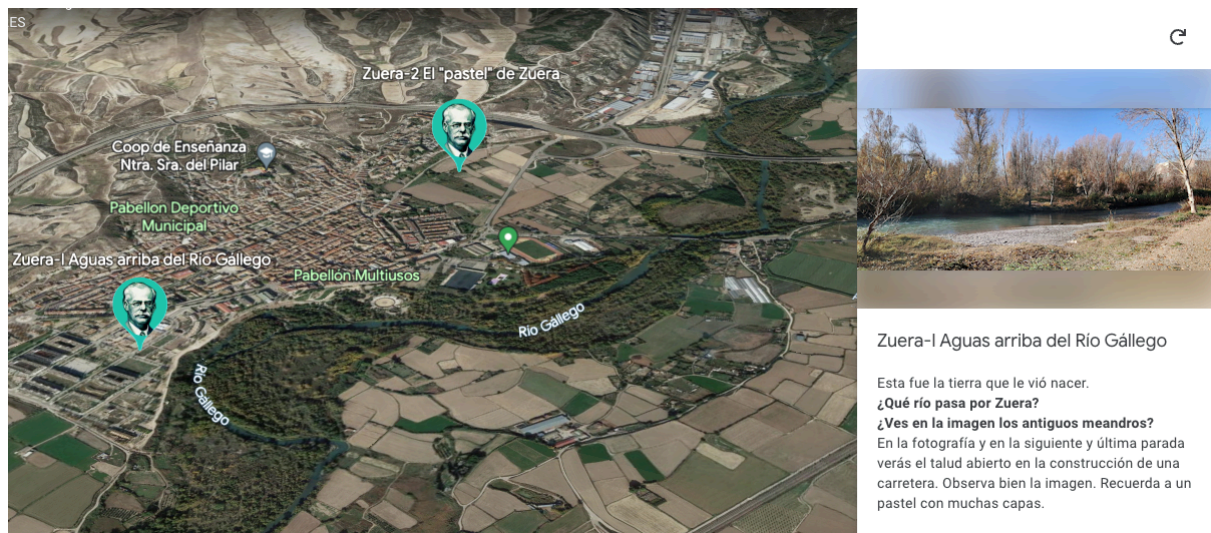
Crecidas rápidas producen inundaciones, desbordamientos, que unas veces causan daños irreparables y otras veces son la base de la riqueza de los pueblos ribereños. (...) Los ríos se desbordan también por relleno de su cauce, (...). Los ríos más terribles son aquellos que reciben la mayor parte de su caudal de corrientes torrenciales y no van bien encauzados en gran parte de su trayecto.

“Geografía Física de España” de Odón de Buen. Página 154 y siguientes

- OCTAVA y ÚLTIMA PARADA: Zuera, FIN DE TRAYECTO

En este último lugar, nos centraremos en dos imágenes: la primera, una vista aérea para observar el río Gállego a su paso por Zuera; la segunda, la imagen de un cortado junto a la carretera de salida de Zuera, para la última lección de Odón, a su estilo, explicación, excursión para enseñar la Naturaleza en la Naturaleza y experimentación.

Imagen: vista aérea



Zuera-1 Aguas arriba del Río Gállego

Esta fue la tierra que le vió nacer.
¿Qué río pasa por Zuera?
¿Ves en la imagen los antiguos meandros?
En la fotografía y en la siguiente y última parada
verás el talud abierto en la construcción de una
carretera. Observa bien la imagen. Recuerda a un
pastel con muchas capas.

Preguntas:

"Al agua se debe la formación de los terrenos sedimentarios. Ella arrastra los materiales de las montañas, empujándolos hacia abajo, en su seno se depositan estos materiales y se clasifican por la densidad.

Si observáis muchos cortes de terreno en montañas, en pozos, en desmontes de ferrocarriles y de carreteras, en minas y en túneles, podréis comprender la inmensa extensión que tienen los terrenos sedimentarios, forman la mayor parte del suelo que pisamos.

Es, por tanto, el agua un agente geológico poderoso, el más poderoso de todos. Y como agente divide su trabajo en tres partes: destruye, arrastra y construye. (...) que naturalmente destruye más los terrenos débiles, flojos, poco resistentes, que los fuertes, de gran cohesión.

(...) Pero el agua es gran constructora; descompone, tritura, arrastra lo viejo y forma terrenos nuevos; es la gran niveladora, la gran reformadora. De allá, de lo más alto de las montañas proceden muchos cantos, procede mucha tierra, que el río reparte abajo, en la llanura, cuando se desborda, o que lleva al

mar para rellenar su fondo. Los materiales nuevos que el agua deposita en la sedimentación, proceden de la descomposición de materiales viejos.

“Pequeña Historia Natural” páginas 52 y siguientes.

Actividades propuestas:

- Habéis visto meandros y meandros abandonados aún con agua del río, los galachos. Buscad, entre los cultivos, los antiguos meandros. Pintad las líneas encima de la imagen.
- ¿Qué crees que hay en la zona más oscura que discurre a lo largo del Gállego, la marcada con la letra A?
- ¿Qué letra corresponde al lugar donde están las casas y edificios de Zuera?
- ¿Qué letra corresponde a los campos de cultivo?



Imagen: el cortado



Zuera-2 El "pastel" de Zuera

¿Cómo se han formado estas capas?
Están curvadas. ¿Por qué?
¿Qué ha pasado con la línea azul?

Pregunta:

Estos fondos sedimentarios pueden quedar en seco, por cualquier circunstancia, y si se les pudiese contar verticalmente aparecerían las capas distintas al descubrimiento. Estas capas se llaman **estratos**. (...) A todos los terrenos que presentan claramente esta disposición en capas o estratos, se les da el nombre de **terrenos sedimentarios o estratificados**. (...)

Estos estratos pueden estar en posiciones distintas. Cuando se depositan sedimentos, como el terreno en que sucede el fenómeno suele ser llano, las capas son perfectamente horizontales, y en efecto, la estratificación horizontal se ve bien clara en la mayor parte de los terrenos modernos. No pasa lo mismo en todos los desmontes; por el contrario, en muchas ocasiones los estratos están inclinados, hasta verticales. (...) Suele suceder también que las capas de los terrenos están plegadas o encurvadas, y aun las hay con ondulaciones regulares en grandes extensiones, formándose montes o lomas con cierta simetría."

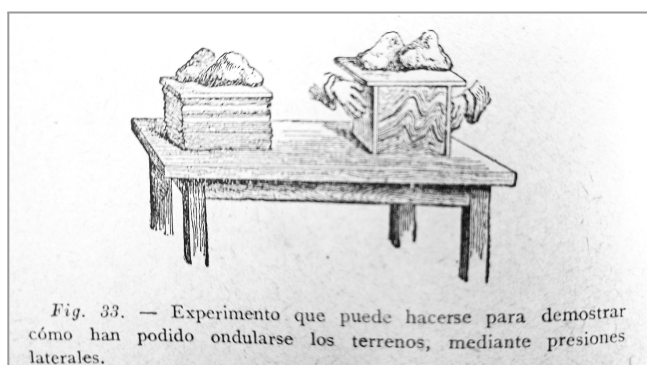
"Pequeña Historia Natural" páginas 45 y siguientes.

En la desembocadura del río, os propusimos imitar el proceso de sedimentación en un vaso con agua, tierra, arena y piedrecitas. El propósito era saber en qué orden, si es que lo había, sedimentaba cada material. De quedar ordenado, quedaría por capas horizontales. Pero en la imagen no están todas horizontales. Algunas líneas, como la azul, están interrumpidas; y otras, como la amarilla, inclinadas. Por eso, la pregunta para Zuera es:

- ¿Qué proceso geológico torció y/o rompió esas capas?

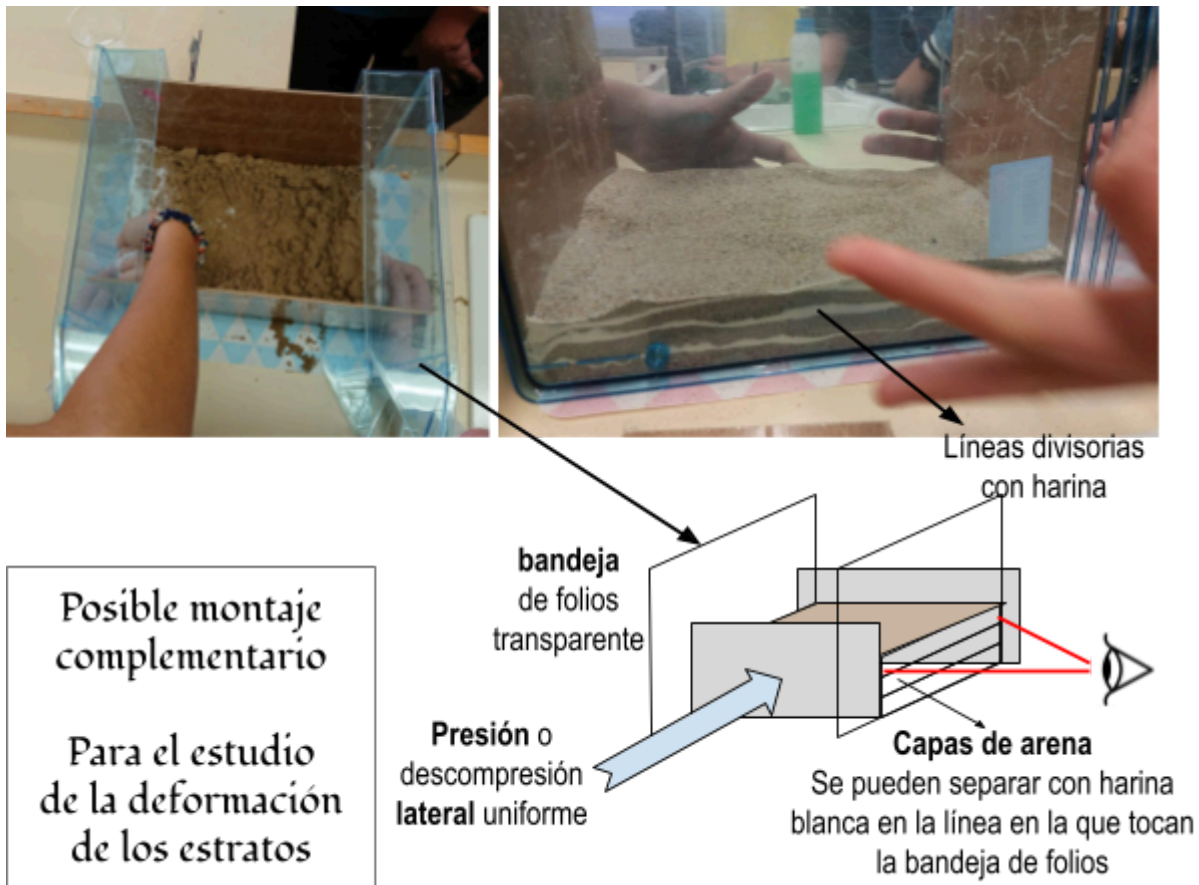
Actividad experimental propuesta:

"Si queréis tener idea de cómo esta ondulación ha podido producirse haced este experimento: colóquese una pila de pedazos de telas gruesas de distintos colores sobre una mesa poniendo encima algún peso; luego se comprime entre las manos con cierta uniformidad."



"Pequeña Historia Natural" de Odón de Buen, página 48

- ¿Qué sucederá como consecuencia de esa presión lateral?
- Repetid la experiencia, pero esta vez cambiad la pila de pedazos de tela por arena. Te mostramos un posible montaje, pero podéis hacer modificaciones de mejora. Podéis probar una vez con arena seca, otra con arena húmeda. O hacerlo con arena más gruesa o más fina.



ODÓN RESPONDE:

"(...) la presión lateral ondula las telas de un modo semejante a como lo están los terrenos indicados. Tened en cuenta que han sufrido los terrenos grandes compresiones laterales, y que los estratos muchos de ellos por lo menos, tienen suficiente elasticidad para doblarse.

Puede suceder que los estratos comprimidos o hundidos de un lado, no resistan y se rompan, abriéndose grietas que se llaman *fallas*, y aún que se deslice una parte del terreno hundiéndose; cuando esto ocurre los estratos de la parte de terreno que queda arriba aparecen bruscamente interrumpidos y se continúan mucho más abajo. "

"Pequeña Historia Natural" página 49.

Si habéis hecho la variante con arena húmeda y también con arena seca, puede que hayáis conseguido incluso fallas. Compara tus resultados con la imagen del talud de Zuera.

SESIÓN 5.- EXPERIMENTACIÓN I: diseñando la práctica experimental

A la hora de sugerir las prácticas experimentales en cada parada, se ha tenido en cuenta ofrecer actividades con diferente grado de dificultad para favorecer la adaptación de la unidad didáctica a la diversidad en el aula. La siguiente tabla puede servir de orientación para ello.

PARADA		Sugerencia	Dificultad 1 fácil 2 moderada 3 difícil	Preguntas de indagación	Biología y Geología			Otras materias
					CE	Crit. Ev.	SB	
Facultad de Ciencias Universidad de Barcelona		De qué está hecha: clasificación rocas y prueba sal fumada	1	La fachada de la facultad, ¿es de roca calcárea? ¿tiene calcita?	3	3.3 3.4 3.5	A B	Tecnología
Massís del Garraf	cortado	Descripción de la calcita	1	¿Qué caracteriza a la calcita que permite la entrada de agua al subsuelo?	6	6.2	B H	
	antiguo vertedero	lixiviados y aguas subterráneas -garrafa-	2	¿qué pasa con los concentrados/lixiviados de los residuos y las aguas subterráneas?	5 4 3	5.1 5.2 4.2 3.3 3.4 3.5	A C	Tecnología
Las Cuevas del Drach, Mallorca		Formación de estalactitas, estalagmitas y columnas de sal	2	¿De qué depende que se formen estalactitas o estalagmitas o columnas?	6 4 3	6.1 6.2 4.1 3.2 3.3 3.4 3.5	A H	Química
Delta del Ebro		sedimentación estratificación columna de agua turbia	1	¿Los sedimentos se depositan al azar o siguen algún orden lógico?	6 4 3	6.1 6.2 4.1 3.2 3.3 3.4 3.5	A H	Inglés Geografía
Galacho de la Alfranca		Observación de antiguos meandros sobre mapa	1	¿Por qué se observan tantas curvas antiguas y actuales en este tramo del río?	6 5	6.1 6.2 6.3 5.2	H	Geografía Física y química

Desembocadura del Gállego	Confluencia de dos ríos La mejana	2	¿De dónde vienen los materiales de la mejana? ¿qué es y cómo y dónde se forma una mejana? Zaragoza y los romanos	6 5 2	6.1 6.2 6.3 5.1 5.2 2.1 2.2 2.3	A C H	Historia
Azud de Urdán	Maqueta de un azud para riego	2	¿Para qué es el Azud de Zuera? ¿Desde cuándo está y quién lo hizo?	5 3	5.1 5.2 3.2 3.3 3.4 3.5	A C	Tecnología
Zuera	Río Gállego De nuevo se observan antiguos meandros	1	¿Dónde están los meandros abandonados?	6	6.1 6.2 6.3	H	
	Talud carretera de Zuera: maqueta de Odón de Buen con telas y sugerencia alternativa con arena	3	¿Qué proceso geológico torció y/o rompió esas capas?	3 4 6	3.2 3.3 3.4 3.5 4.1 6.1 6.2 6.3	A H	Tecnología

SESIÓN 6.- EXPERIMENTACIÓN II: ejecución y análisis de resultados

EL CUADERNO DE EQUIPO

En esta sesión, cada grupo realiza la práctica experimental que le haya correspondido. Un **cuaderno de equipo** puede ser útil para recoger la información resultante, las respuestas a las preguntas... Incluso se pueden hacer esquemas o dibujos e incorporar fotografías del proceso y de los resultados que pueden ser muy útiles para ilustrar sus descubrimientos de cara a la exposición final y la divulgación de sus resultados.

SESIÓN 7.- COMPARTIMOS: Exponemos por grupos al resto de la clase

En los primeros 15 minutos de la sesión, cada grupo preparará su exposición para el resto de grupos. Debería durar un máximo de 5 minutos por grupo.

Un posible guión de la exposición podría ser:

- Parada del viaje
- ¿Qué se quiere responder?
- ¿Qué práctica experimental se sugiere? y ¿cómo se ha diseñado al final?
- ¿Cuáles son los resultados?
- Conclusiones y respuesta a las preguntas.

SESIÓN 8.- LA EXPOSICIÓN: montaje y difusión

En esta sesión se sugiere dejar libertad al alumnado para decidir de qué modo difundirán lo que han aprendido.

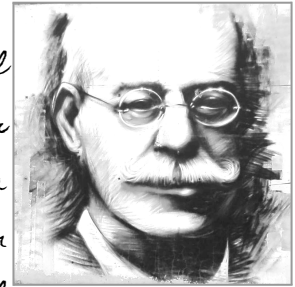
Sugerencias:

- Mural con esquema del viaje y la actividad experimental y las conclusiones en cada parada.
- Confección de un *Cuaderno de Viaje*, en donde elaboran conjuntamente una **presentación** y una **conclusión** final, pero **cada grupo elabora un capítulo** con lo descubierto en cada parada. Se pueden unir los archivos en un único pdf y publicarlo en modo "folleto/revista".
- Montaje de un video/documental
- Grabación de un podcast para compartir al resto de la comunidad educativa...

Todo viaje llega a su fin. Pero antes...

Odón se despidió:

Por la atmósfera se difunde incesantemente toda el agua que en la superficie de los mares transforma el calor solar de líquida en gaseosa, y desde la atmósfera se precipita sobre los continentes en estado sólido o en estado líquido, según las circunstancias, una buena parte del agua difundida por el aire.



¡Misión de excepcional importancia la del agua en la superficie de los continentes y en el interior de los terrenos!

Por ella se cubren de bosque las vertientes de las montañas y se alfombran de verdor las llanuras; por ella, enlazada la vida vegetal con la vida de los animales, corren rebaños numerosos por las planicies herbosas y vuelan por encima de campos floridos los insectos y las aves.

Por ella son eternamente blancas las cimas de las cordilleras y descienden impetuosos los torrentes hasta los valles del pie de las montañas.

Por ella admiramos el panorama esplendente del arroyo corriendo entre bosques, saltando entre peñascos, nacido al pie de un glaciar, conduciendo agua limpia, fresca, a las llanuras sedientas, donde la labor del hombre hace brotar jardines de plantas aromáticas.

Por ella el río caudaloso comunica riqueza y vida a los extensos territorios de sus márgenes y en su corriente mansa navega el buque transportando los frutos del campo y los productos de la industria hasta el corazón de los continentes.

Por ella, bajo el suelo tosco, se forman maravillosas grutas de incomparable belleza.

Por el agua, por su fuerza, por la energía que atesora al descender desde los montes a las llanuras, se iluminan aldeas y ciudades con luz clarísima, se mueven máquinas poderosas, corren por los caminos y las calles vehículos eléctricos. El agua da vida a las plantas, da vida a los animales, sana y alegra

las viviendas humanas, facilita las comunicaciones, pone a disposición de la industria inmensas energías.

Y tan sólo por la fuerza que adquiere buscando siempre, en virtud de la gravedad, el nivel más bajo, por la acción química de sus elementos componentes, por su poder de disolución que le carga de sustancias varias, es agente tan poderoso de transformación del suelo, que desgasta las rocas de las montañas, conduce los materiales a las llanuras y vacía aún cantidades inmensas en los océanos. Y de su trabajo incesante y de su labor potente ofrecen grandes muestras todos los terrenos que asoman en la superficie terrestre.

¡Influencia grande, poder inmenso el del agua de los continentes!

No toda ella corre inquieta, más o menos veloz, por la superficie del suelo, gota a gota, se filtra silenciosa por las menores grietas, por los intersticios invisibles de los terrenos, y concentrándose las filtraciones, unas veces forman corrientes subterráneas de oquedad en oquedad o siguiendo la dirección de capas permeables, otras veces se acumula en las grutas, y otras alimenta fuentes que brotan acá y acullá en las regiones montañosas.

Si en su paso silencioso, paulatino, por el interior de los terrenos, halla materiales solubles, al brotar produce fuentes minerales, si encuentra zonas calientes, o brota en continua corriente termal o en surtidor intermitente, como sucede en los géiseres.

Concentrada el agua que cae en un territorio extenso, después de recorrer caminos diversos por fuera o por dentro de los terrenos, o forma un depósito inundando un valle y aparece un lago, o marcha cuenca abajo, reúne cada vez mayor caudal y forma una gran corriente de desagüe, un río que viene a morir en el mar.

Este capítulo de la Geografía Física, viene a rendir homenaje, mostrando la circulación incesante del agua, al principio filosófico de la unidad y de la transformación de la energía, que liga las existencias de todos los seres naturales, desde el mineral más tosco al humano más inteligente."

Odón de Buen