



Universidad de Valladolid

**MASTER EN PROFESOR DE EDUCACIÓN
SECUNADRIA OBLIGATORIA Y
BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL Y
ENSEÑANZAS DE IDIOMAS**

ESPECIALIDAD: BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA

TRABAJO FIN DE MASTER

**LAS CUEVAS TURÍSTICAS DE
CASTILLA Y LEÓN COMO
RECURSO DOCENTE EN GEOLOGÍA**

mediante una propuesta invertida e interactiva

Autor: Jonathan Rojo Ruiz

Tutor: Javier Pinto Sanz

Curso: 2018-19

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. OBJETIVOS	4
4. CONTENIDOS CURRICULARES	5
4.1 EL MODELADO KÁRSTICO.....	6
4.2 EL PROCESO DE KÁRSTIFICACIÓN.....	6
4.3 FASES.....	7
A. <u>Fase erosiva</u>	7
A. <u>Formas exokársticas</u>	7
B. <u>Formas endokársticas</u>	9
B. <u>Fase de sedimentación</u>	10
A. <u>Arcillas de descalcificación</u>	10
B. <u>Precipitación de carbonato cálcico</u>	10
a. <u>En cuevas</u>	10
b. <u>En surgencias</u>	11
C. <u>Fase clástica</u>	15
4.4 EVOLUCIÓN.....	15
4.5 TIPOS DE KARST.....	17
4.6 PRINCIPALES CUEVAS VISITABLES TURISTICAMENTE EN CASTILLA Y LEÓN.....	17
4.6.1 <u>CUEVA DE VALPORQUERO</u>	19
4.6.2 <u>CUEVA DE LLAMAZARES (CORIBOS)</u>	21
4.6.3 <u>CUEVA DE LOS FRANCESES</u>	22
4.6.4 <u>CUEVA PALOMERA (OJO GUAREÑA)</u>	24
4.6.5 <u>CUEVA DE FUENTEMOLINOS</u>	26
4.6.6 <u>CUEVA DE LA GALIANA</u>	28
4.6.7 <u>CUEVA DE LOS ENEBRALEJOS</u>	30
4.6.8 <u>CUEVAS DEL ÁGUILA</u>	32

5. ÁMBITO DE APLICACIÓN	33
6. PROPUESTA DOCENTE / DIDÁCTICA	33
6.1 FASE DE PREPARACIÓN.....	34
6.2 SALIDA DE CAMPO.....	34
6.3 MONTAJE DEL RECURSO AUDIOVISUAL.....	36
6.4 REALIZACIÓN DE LA CLASE INVERTIDA Y EVALUACIÓN...	36
7. METODOLOGÍA / RECURSOS	36
8. TEMPORALIZACIÓN	37
9. EVALUACIÓN	37
10. CONCLUSIONES	38
11. LIMITACIONES/PROBLEMAS	39
12. BIBLIOGRAFÍA	40
13. ANEXOS	42
13.1 KAHOOT.....	42
13.2 RUBRICA EVALUACIÓN CLASE INVERTIDA.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 El modelado kárstico.....	1
Figura 2 Localización de las cuevas.....	2
Figura 3 Lapiaz.....	7
Figura 4 Lapiaz.....	7
Figura 5 Dolina.....	8
Figura 6 Torca.....	8
Figura 7 Uvala.....	8
Figura 8 Poljé.....	8
Figura 9 Ponor.....	8

Figura 10 Valle kárstico.....	8
Figura 11 Sima.....	9
Figura 12 Arcillas de descalcificación.....	10
Figura 13 Espeleotemas.....	11
Figura 14 Estalactitas.....	7
Figura 15 Macarrones.....	12
Figura 16 Piña o estalactita bulbosa.....	12
Figura 17 Anemolito o estalactita deflectada.....	12
Figura 18 Disco, escudo o plato.....	13
Figura 19 Paracaídas.....	13
Figura 20 Ubres, nabos o remolachas.....	13
Figura 21 Columna.....	13
Figura 22 Gour.....	13
Figura 23 Excéntricas.....	13
Figura 24 Colada.....	14
Figura 25 Falso suelo.....	14
Figura 26 Coraloides.....	14
Figura 27 Banderas.....	14
Figura 28 Leche de luna.....	14
Figura 29 Travertino o toba caliza.....	14
Figura 30 Paisaje ruiforme.....	15
Figura 31 Evolución del paisaje kárstico.....	16
Figura 32 Ubicación de las principales cuevas visitables turísticamente de CyL.....	16
Figura 33 Cueva de Valporquero.....	19
Figura 34 Croquis de la cueva de Valporquero.....	20
Figura 35 Cueva de Llamazares.....	21
Figura 36 Cueva de los Franceses.....	22
Figura 37 Cueva Palomera.....	24
Figura 38 Cueva de Fuentemolinos.....	26
Figura 39 Cueva de la Galiana.....	28

Figura 40 Cueva de los Enebralejos.....	30
Figura 41 Cuevas del Águila.....	32
Figura 42 Cascada y río subterráneo.....	35

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del currículo de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato, según Real Decreto 1105/2014 del BOE y ORDEN EDU/362/2015 del BOCYL, se estudian los contenidos de la materia de Geología en los cursos de 1º, 3º y 4º de la ESO y en 1º y 2º de Bachillerato. En dicha orden (en la que se establece el currículo así como la implantación, evaluación y desarrollo tanto de la ESO como del bachillerato) se especifica que la materia de Geología ha de contribuir a que el alumno adquiera unos conocimientos y destrezas básicas que le permitan comprender y familiarizarse con la naturaleza.

Dentro de dicho currículo, y como parte de la materia de Geología, están incluidos los contenidos correspondientes al modelado Kárstico cuyo máximo exponente está representado en la meseta caliza del Carso (de donde toma su nombre) y que se extiende desde el nordeste de Italia (Golfo de Trieste) hasta Eslovenia y Croacia.

Esta propuesta docente didáctica para la materia de Geología, está centrada en el alumnado de 2º de Bachillerato (aunque podría utilizarse para cualquiera de los cursos en los cuales se imparte geología, tanto en la ESO como en el bachillerato) y tiene como fin favorecer el aprendizaje, por parte de los alumnos, de los contenidos correspondientes al modelado kárstico mediante visitas al interior de las cuevas kársticas presentes en Castilla y León, de acceso sencillo y visitables turísticamente.

La propuesta educativa se adecua al currículo educativo vigente en la materia de Geología, siendo el contenido a estudiar “el relieve kárstico” un contenido fácilmente trabajable en las visitas al interior de las cuevas visitables turísticamente. La visita a las cuevas permitirá a los estudiantes conocer de primera mano el relieve kárstico, así como el origen, desarrollo de las cuevas y la circulación subterránea de agua que las origina, facilitando la comprensión del origen y desarrollo de este modelado al visualizar “in situ” la acción geomorfológica de este modelado en la visita a las grutas. Además los trabajos de campo permiten variar la típica rutina docente trasladando el aprendizaje a ese medio natural y real que se estudia, fomentando la motivación del aprendizaje de esta materia.

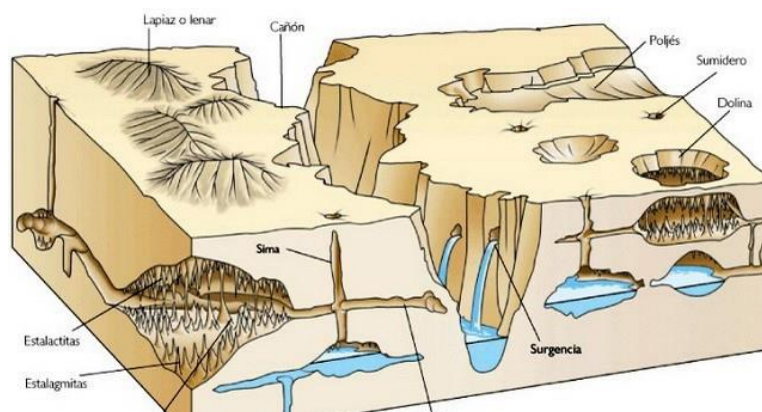


Figura 1. El modelado Kárstico

Por otra parte, la región en la que nos encontramos, Castilla y León, es una región española rica en recursos naturales y que por lo tanto está bien representada en cuanto a cuevas visitables turísticamente, que puedan ser usadas por los docentes en salidas al campo y que permitan el estudio del modelado kárstico.

En concreto dentro de la región castellano-leonesa podemos encontrar las siguientes cuevas visitables:

- Cueva de Valporquero
- Cueva de los Franceses
- Cueva de la Galiana
- Cueva Palomera (Ojos Guareña)
- Cueva de Fuentemolinos
- Cueva de los Enebralejos.
- Cueva del Águila
- Cueva de Llamazares

<http://www.cuevasturisticas.es/>



Figura 2. Localización de las cuevas

2. JUSTIFICACIÓN

Dentro del estudio de la geología en la educación secundaria y el bachillerato, es de realización habitual el diseño y desarrollo de actividades prácticas fuera del aula, en concreto salidas de campo. Si bien estas actividades son motivadoras y producen resultados positivos en el alumnado tanto a nivel afectivo como cognitivo (Fernández-Ferrer y González-García, 2017; Pedrinaci, 2013), no debemos olvidar que la mayor parte de las veces estas salidas de campo se limitan a ser actividades puramente descriptivas, siendo el alumnado un mero sujeto pasivo, receptor de información y contenidos. Desde un punto de vista más actual de la educación, el alumno debería de ser el protagonista de su propio aprendizaje fomentando el estudio, el aprendizaje activo y una enseñanza funcional por parte del alumnado, que posibilite la adquisición de contenidos, competencias y elementos transversales trabajando los 4 pilares de la educación (aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser) (Delors, 1996).

Si nos situamos dentro de este concepto educacional del siglo XXI, las salidas de campo tradicionales (con un profesor cicerone) dentro de la asignatura de geología no son el escenario más idóneo para una educación de calidad, y entre estas y el autoaprendizaje libre por parte del alumnado, existe un amplio abanico de posibilidades en el cual se debería conseguir una metodología mixta, constructivista, más acorde con el actual concepto educacional y que sea capaz de aunar el autoaprendizaje del alumnado, con el escaso tiempo y los limitados recursos de que se disponen tanto en la educación secundaria como en el bachillerato.

Además según el anexo II de la orden ECD/65/2015, hay que facilitar el desarrollo de estrategias metodológicas que permitan trabajar por competencias en la enseñanza de la educación secundaria y el bachillerato. Dentro de esta enseñanza por competencias se considera como elemento clave, el despertar y mantener la motivación hacia el aprendizaje en el alumnado, lo que implica un papel del alumno activo y autónomo, consciente de ser responsable de su aprendizaje. Lamentablemente a nivel de 2º de bachillerato todo este marco teórico de enseñanza es complicado de llevar a la práctica, puesto que al finalizar el curso académico los alumnos se enfrentan a la evaluación de bachillerato para el acceso a la universidad (EBAU) con unos contenidos curriculares extensos y un ajustado calendario escolar por lo que apenas hay tiempo para dar el temario de las diferentes asignaturas y menos aún para utilizar estrategias de enseñanza que no sean las tradicionales, ya que requieren más tiempo para su correcta ejecución.

A pesar de todo, es deseable y necesario para una mejora educativa una adquisición de conocimientos motivadora, que ayude al alumno en su desarrollo autónomo mediante el empleo de metodologías activas y contextualizadas (que van a lograr la implicación del alumno), mediante un aprendizaje cooperativo (que provoque resolución conjunta de tareas) y mediante estrategias interactivas (intercambio interactivo de ideas), de modo que se ayude al alumno a organizar

su pensamiento favoreciendo la reflexión, la crítica, la elaboración de hipótesis y la tarea investigadora aplicando conocimientos y habilidades a proyectos reales.

Por último no debemos olvidar que las clases prácticas en general, y las salidas de campo en particular, son un recurso educativo fundamental que no sólo fomentará una actitud positiva hacia el aprendizaje de la materia sino que contribuirá al aprendizaje significativo de la misma.

En base a todo ello y teniendo en cuenta que el modelado kárstico es un tema corto, muy concreto y definido del temario de geología de 2º de bachillerato, y que es posible su estudio en una salida de campo, presento esta propuesta educacional de una nueva metodología de estudio del modelado kárstico basada en clases invertidas y una salida de campo en la que se emplean las cuevas turísticas de Castilla y León como recurso docente en geología, y con lo que se espera un aprendizaje constructivista del modelado kárstico a través de una salida de campo en la que el alumno se convierta en el protagonista de su propio aprendizaje.

3. OBJETIVOS

El objetivo principal de esta propuesta didáctica es el uso de las cuevas visitables turísticamente de Castilla y León, como recurso docente para el aprendizaje y adquisición por parte del alumnado, de los contenidos incluidos en el currículo de 2º de bachillerato sobre el modelado kárstico, de un modo motivador y que ayude al alumno en su desarrollo autónomo.

Los objetivos secundarios a lograr son los siguientes:

- Adquisición de los contenidos incluidos en el currículo de 2º de Bachillerato sobre el Modelado Kárstico.
 - Origen y desarrollo del modelado kárstico
 - Formas y procesos geomorfológicos que originan las cuevas kársticas
 - Relación de todo ello con la circulación del agua subterránea
- Adquisición de las competencias educativas clave (Orden ECD/65/2015):
 - De un modo directo:
 - Competencia en comunicación lingüística.
 - Competencia básica en ciencias.
 - Competencia digital.
 - Aprender a aprender.
 - De un modo indirecto (al trabajar los alumnos en grupo):
 - Competencias sociales y cívicas.

- Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.
- Adquisición de las siguientes elementos de carácter transversal (RD 1105/2014):
 - Principalmente:
 - Desarrollo sostenible y medio ambiente.
 - Tecnologías de la información y la comunicación.
 - De modo secundario:
 - Comprensión lectora, expresión oral y escrita, comunicación audiovisual.
 - Desarrollo y afianzamiento del espíritu emprendedor:
 - Fomentar aptitudes como creatividad, autonomía, iniciativa, trabajo en equipo, autoconfianza y sentido crítico.

4. CONTENIDOS CURRICULARES

Los contenidos curriculares a tratar son:

- Currículo básico de Geología de 2º Bachillerato (Real Decreto 1105/2014 y ORDEN EDU/363/2015)

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 5. Procesos geológicos externos		
Las interacciones geológicas en la superficie terrestre. La litología y el relieve (relieve kárstico, granítico)	12. Conocer algunos relieves singulares condicionados por la litología (modelado kárstico y granítico).	12.1. Relaciona algunos relieves singulares con el tipo de roca.

4.1 EL MODELADO KÁRSTICO

El modelado kárstico (o cárstico) cuyo nombre proviene de la meseta caliza de Kras localizada en Eslovenia y que se extiende hacia la región italiana de Trieste y la zona vecina de Croacia, está formado por los relieves, formas y paisajes característicos originados por la acción erosiva del agua al disolver rocas solubles, principalmente calizas aunque también se produce en dolomías y yesos.

La región del carso, referente internacional del modelado kárstico, fue declarada reserva de la biosfera por la UNESCO en el año 2004, y es famosa por sus cuevas (<https://www.park-skocjanske-jame.si/en/>), que son usadas como recurso docente para el estudio del modelado kárstico (como por ejemplo la de Postoina, <https://www.postojnska-jama.eu/en/>, a mitad de camino entre Trieste y Liubliana).

4.2 EL PROCESO DE KÁRSTIFICACIÓN

Es el proceso mediante el cual la roca soluble sufre un proceso de meteorización química (con procesos de disolución, hidratación, sustituciones iónicas y oxidoreducciones) y física (transferencias de masa y difusión) que dan lugar al modelado kárstico. Esta acción se ejerce principalmente sobre minerales carbonatados como las calizas y las dolomías, aunque también se incluyen otros materiales sobre dicho proceso como son:

- Sulfatos (yeso, anhidrita y epsomita)
- Haluros (halita, silvina y carnalita)
- Rocas sedimentarias detríticas (areniscas y conglomerados calcáreos)
- Rocas metamórficas carbonatadas (mármoles)

Centrándonos en el caso de la caliza, que está formada por carbonato de calcio, la reacción se produce en varias etapas. En la primera el CO_2 atmosférico se disuelve en el agua (lo que depende de la temperatura, del área de intercambio y del volumen de agua) y reacciona con esta para formar ácido carbónico (H_2CO_3). Posteriormente este ácido carbónico se disocia parcialmente dando lugar al ión bicarbonato y a protones que acidifican el agua. En una segunda etapa esta agua acidificada reacciona con el carbonato de calcio produciendo bicarbonato de calcio que es soluble en agua. Estas reacciones son reversibles de tal modo que dependiendo de hacia donde se desplace el equilibrio se disuelve la caliza (agrandando grietas y fisuras, etc.) o se forma de nuevo carbonato de calcio (formándose espeleotemas). Por otra parte para que el proceso erosivo del agua tenga lugar se necesita que esta circule pues de otro modo, con el agua estancada, esta se satura de bicarbonato de calcio parándose la reacción de disolución de la caliza. En el caso de las dolomías se produce un proceso similar.

4.3 FASES

En esencia las fases del proceso kárstico se corresponden con las etapas químicas vistas anteriormente.

A. Fase erosiva

En esta fase predomina la acción erosiva del agua tanto a nivel superficial como en el interior del karst, debido al agua que se filtra por grietas, fisuras y cavidades. Esta acción erosiva da lugar a diferentes estructuras:

- A. **Formas exokársticas:** son las que se producen a nivel superficial. Tipos:
- a. **Lapiaces o lenares:** las aguas de escorrentía producen una disolución superficial formando surcos o acanaladuras y/o cavidades o alveolos.
 - b. **Dolinas:** son depresiones del terreno con una forma ovalada y de paredes planas o con forma de embudo formadas por disolución de la roca o por el colapso de cavidades cársticas.
 - c. **Uvalas:** corresponde a varias dolinas unidas.
 - d. **Torcas:** se trata de dolinas con paredes escarpadas.
 - e. **Poljés:** son valles alargados y de fondo plano formado por arcillas.
 - f. **Ponors:** se trata de aperturas en la superficie del macizo kárstico por las que las aguas superficiales fluyen hacia el sistema kárstico de aguas subterráneas.
 - g. **Valles kársticos:** son valles localizados en zonas kársticas que se producen por erosión fluvial.



Figura 3. Lapiaz de Innerbergli (Habkern, Berna, Suiza). Autor JYB Devot (Wikipedia)

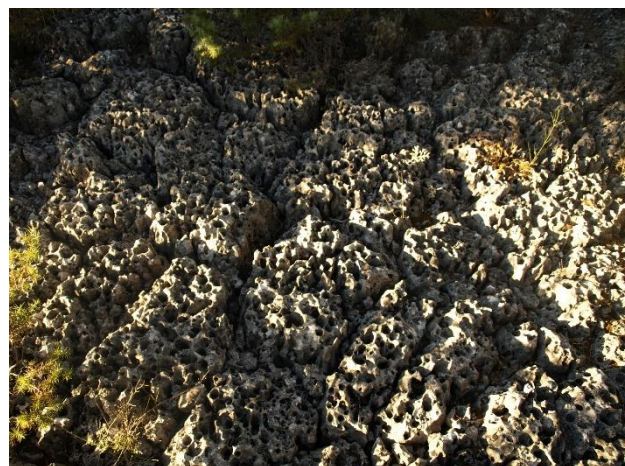


Figura 4. Lapiaz el riscal
<http://blogpedrajasnet.blogspot.com/2013/09/santiago-del-arroyo.html>



Figura 5. Dolina en la región de Apulia (Italia)



Figura 6. Torca de Fuencaliente
(<https://images.app.goo.gl/cTXdFqSGhbWETH8f6>)



Figura 7. Uvala en margas yesosas
(complejo lagunar de Arcas, Cuenca)
(<https://www.castillalamancha.es/gobierno/agrimedambydesrur/estructura/dgapfyen/rednatura2000/zecES4230008>)



Figura 8. Polje de Comeya
(<https://previa.uclm.es/profesorado/eqardenas/doli.htm>)



Figura 9. Ponor en el valle Josefov (República Checa)
(https://www.geocaching.com/geocache/GC23041_josefovskie-vyvery-karst-springs-of-josefov-valley?guid=58b96964-3e82-495f-b453-2d921599d0fa)



Figura 10. Valle kárstico: cañón del río Vero, en Huesca
(<http://geomorphology4.blogspot.com/2011/12/el-modelado-karstico-o-carstico-es-el.html>)

B. **Formas endokársticas:** son las que se producen por meteorización subterránea. El agua infiltrada por diaclasas y planos de estratificación, los ensancha formando conductos, galerías y cuevas hasta que se topa con estratos rocosos impermeables. La zona en la que el agua sale a la superficie se denomina **surgencia**. En la **zona freática** (es decir la que se encuentra permanentemente sumergida bajo el agua) es donde ocurren principalmente los procesos erosivos del agua. Por encima se localiza la **zona de aireación o vadosa** en la que los conductos están rellenos de aire excepto en época de lluvias. Y entre medias se situaría la **zona de fluctuación o epifreática** en la que de modo estacional está llena de aire o agua. Dependiendo de la configuración de los conductos estos se dividen en:

- a. **Simas:** conducto vertical abierto al exterior y generalmente comunicado con galerías subterráneas.
- b. **Galerías:** conductos subterráneos horizontales.
- c. **Cuevas:** formadas por el ensanchamiento de galerías.

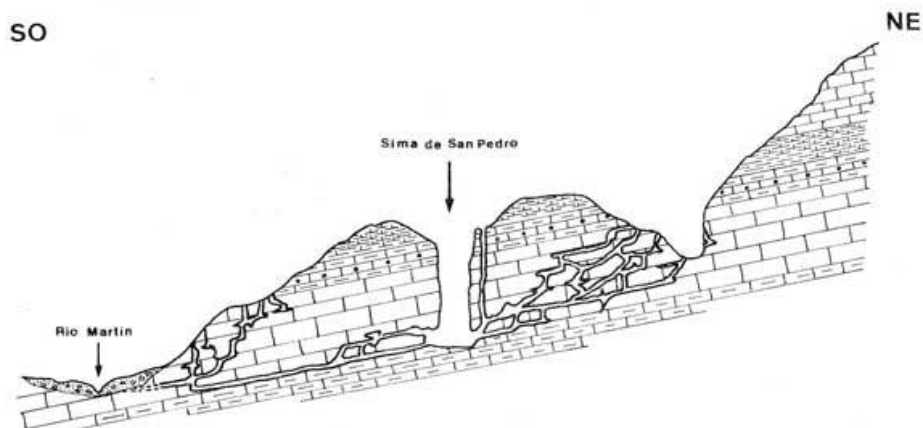


Figura 11. Sima de San Pedro (Teruel) con cuevas y galerías
<https://blog.apadrinaunolivo.org/2018/02/15/sima-de-san-pedro/>
<http://www.espeleozaragoza.com>

B. Fase de sedimentación

Existen dos tipos principalmente:

- A. **Arcillas de descalcificación:** se forman por precipitación de las impurezas presentes en la roca caliza al disolverse esta.



Figura 12. Arcillas de descalcificación procedentes de margas (Wikipedia)

- B. **Precipitación de carbonato cálcico:** ocurre cuando el agua pierde CO_2 debido a la evaporación o por que se retiene por organismos fotosintéticos acuáticos.

- a. **En cuevas:** al llegar el agua de infiltración a una cavidad llena de aire, pierde el CO_2 lo que provoca la precipitación de carbonato cálcico, formando diversas formas o estructuras llamadas **espeleotemas**. Tipos principales:

- **Estalactitas:** se forman en el techo de las cuevas, poseen forma cónica y alargada y el agua fluye por un canal en su interior.
- **Macarrón:** son estalactitas tubulares, estrechas y huecas, de aspecto translúcido.
- **Piña o estalactita bulbosa:** son estalactitas que al sumergirse en el agua se rodean de cristales de calcita.
- **Estalactita deflectada:** estalactita con crecimiento curvado.
- **Disco, escudo o plato:** se forma al salir el agua a presión de una grieta, precipitando el carbonato cálcico en los bordes formando un disco.
- **Paracaídas:** es un disco de cuya base penden estalactitas.
- **Ubre, nabo o remolacha:** son el resultado de la unión de un escudo con una estalactita.
- **Estalagmitas:** se forman en el suelo de la cueva por el goteo de agua desde una estalactita o el techo, careciendo de canal central.
- **Columnas:** se forman por la unión de una estalactita con una estalagmita.
- **Gours:** represamientos escalonados en forma de dique sobre los que circula un flujo laminar de agua.

- **Excéntrica:** crecen sobre el techo, pared u otros espeleotemas, poseyendo un canal central muy estrecho a través del cual el agua circula por capilaridad, no siendo entonces la fuerza de la gravedad la que determina la forma y dirección del espeleotema.
 - **Colada:** son depósitos de carbonato cálcico en capas formados por el flujo laminar de agua sobre una superficie.
 - **Falso suelo:** formado cuando una colada se genera sobre sedimentos blandos, que al lavarse dejan a la colada colgada de algún punto sobre el suelo.
 - **Coraloide:** se forman por precipitación de la calcita en pequeñas gotitas formando estructuras de aspecto nodular o globular, con un crecimiento concéntrico.
 - **Banderola:** se forman como las estalactitas pero sin canal central por lo que el crecimiento es exterior, creciendo lateralmente.
 - **Leche de luna:** sustancia blanca y cremosa que no se endurece formada por agregados de finos cristales de composición variable.
- b. **En surgencias:** se produce en las surgencias donde el agua pierde el CO₂ que contiene precipitando el carbonato cálcico que contiene. Si esta precipitación ocurre sobre vegetales, estos al morir dejan el hueco en la roca formada, dándole su porosidad característica y llamándose a esta roca **travertino o toba caliza**.



Figura 13 Espeleotemas (De Chris . Ampliated by Nachosan <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8300377>)

A—*Estalactita* * B—*Macarrones* * C—*Estalagmita cónica* * D—*Estalagmita* * E—*Columna* * F—*Banderola*, cortina o velo * G—*Colada* con *cortinas* * H—*Helictitas* * I—*Leche de luna* * J—*Gours* * K—*Calcita espática* * L—*Colada* * M—*Terreno kárstico* * N—*Aguas subterráneas* * O—*Disco* o paleta * P—*Mamelares* * Q—*Perlas* * R—*Cono de las cavernas* * S—*Cornisas* o repisas de piedra * T—*Dosel de baldaquino* * U—*Estalactita bulbosa* * V—*Conulito* * W—*Falso suelo* * X—*Bandejas* * Y—*Calcita flotante* * Z—*Coraloides* * AA—*Antoditas* * AB—*Botroide* * AC—*Uñas* * AD—*Speleoseismites* * AE—*Reticulado* * AF—*es:Anemolito* * AG—*Caos* (derrumbes) * AH—*Pop corn*



Figura 14. Estalactitas terminadas en macarrones, cueva del Becerro (Cuenca) (<https://descubriendohojas.blogspot.com/2015/08/espeleotemas--cueva-del-becerro.html>)



Figura 15. Macarrones de sal (http://www.espeleozaragoza.com/Actividades/2014/2014_Mina%20Remolinos/2014_MinaRemolinos.html)



Figura 16. Estalactita bulbosa o piña (Wikipedia)

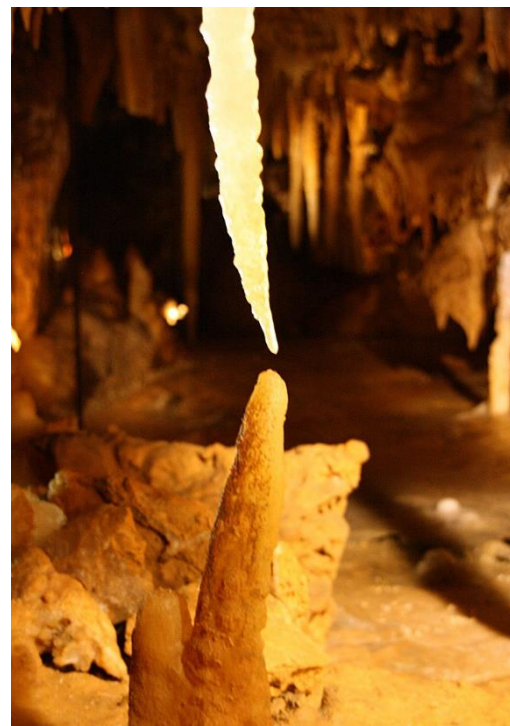


Figura 17. Anemolito o estalactita deflectada (de Sémhur, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Grotte_du_Grand_Roc_-_Stalactite_and_stalagmite_-_20090923.jpg)



Figura 18. Disco, escudo o plato (De Jojo, en:Jojo_1, pl:Jojo - Trabajo propio, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1187040>)



Figura 19. Paracaídas Lehman cave, Great basin national park (EEUU) (<http://thetrekplanner.com/lehman-caves-great-basin-national-park/>)



Figura 20. Ubres, nabos o remolachas, Cueva de Nerja (Fundación cueva de Nerja)



Figura 21. Columna solitaria, cueva de Valporquero (http://www.cuevadevalporquero.es/la_cueva/galeria_nueva/columna_solitaria/index.html)



Figura 22. Gour, Cueva de Saint-Marcel-d'Ardèche (De Benh LIEU SONG - Trabajo propio, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4734058>)



Figura 23. Excéntricas. Cueva de castañar (Cáreces)



Figura 24. Colada, cueva del Becerro (Cuenca)
 (<https://descubriendohojas.blogspot.com/2015/08/esp/eleotemas--cueva-del-becerro.html>)

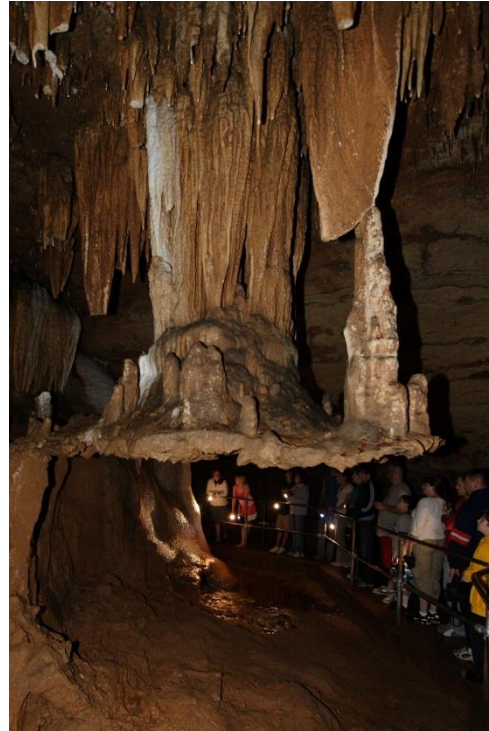


Figura 25. Falso suelo, Wikipedia (De Rklawton - Trabajo propio, CC BY-SA 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4916414>)



Figura 26. Coraloides, cueva de Nerja (Fundación cueva de Nerja)



Figura 27. Banderas, cueva de Nerja (Fundación cueva de Nerja)



Figura 28. Leche de luna cueva de Nerja (Fundación cueva de Nerja)

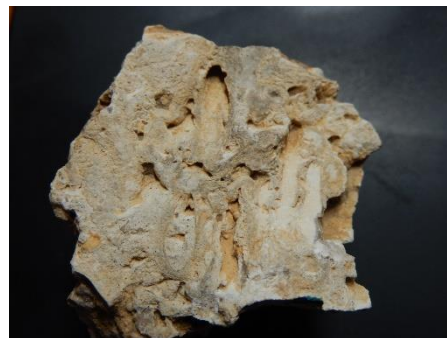


Figura 29. Travertino o toba caliza, Alcalá de Henares (Madrid)

C. Fase clástica

Se trata de la etapa final del modelado kárstico en la que tras una erosión extensa del karst se producen hundimientos de galerías y cuevas, formándose torcas que se van uniendo entre sí y que al final produce un paisaje ruiniforme.



Figura 30. Paisaje ruiniforme Torcal de Antequera (De Miguel Ángel García)
(http://iespoetaclaudio.centros.educa.jcyl.es/sitio/index.cgi?wid_item=1789&wid_seccion=19)

4.4 EVOLUCIÓN

En la génesis y evolución del karst a partir de un macizo calcáreo, al margen de las formas erosivas y depósitos sedimentarios de carácter superficial, cobra una especial importancia la circulación hídrica subterránea, que va a provocar la aparición por erosión de todo un complejo de simas, galerías y cuevas, además de depósitos sedimentarios. El desarrollo en profundidad del karst depende de la circulación subterránea de agua, y de las condiciones vadosas y freáticas del complejo de cuevas y galerías, que se van extendiendo en profundidad a lo largo de toda la altura del macizo calcáreo. Esto produce la aparición de diferentes niveles de galerías y cuevas, encajamientos fluviales, desprendimientos rocosos, fenómenos de sedimentación subterránea y no sólo la formación de espeleotemas, que son el recurso didáctico típico de estudio en las visita a cavidades kársticas pero que no son el mejor recurso didáctico para el estudio del origen y desarrollo del endokarst (Ballesteros, Rodríguez-Rodríguez, Naves, y Turmo, 2018).

La evolución del paisaje kárstico lleva inevitablemente a la desmantelación del macizo calcáreo, produciendo finalmente un paisaje ruinoso.

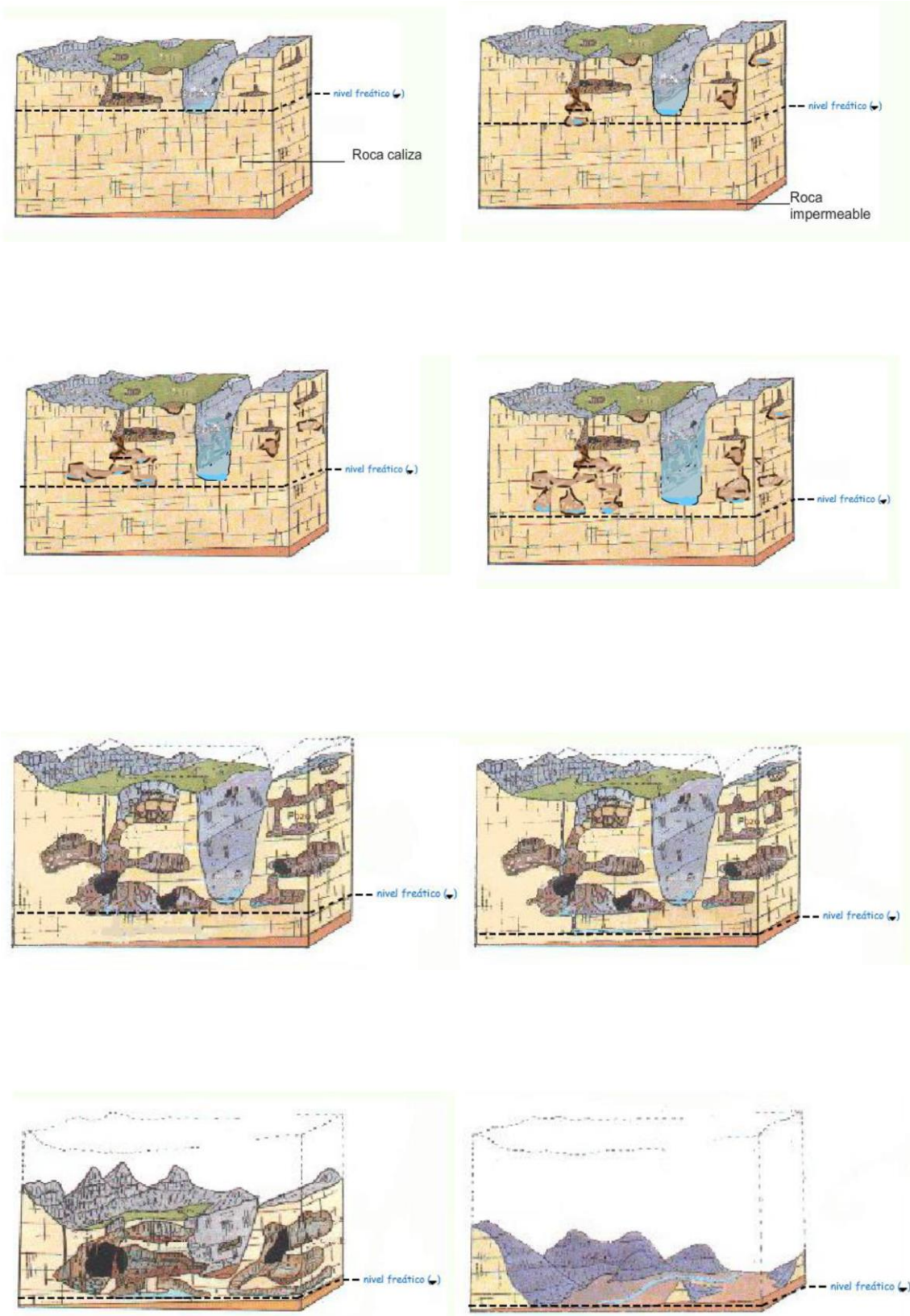


Figura 31. Evolución del paisaje kárstico (www.recursosticeducación.es)

4.5 TIPOS DE KARST

Dependiendo de la climatología (temperatura y régimen de pluviosidad principalmente) la evolución del modelado kárstico varía por lo que se distinguen diferentes tipos de karst en función de la región climática en la que se encuentran.

- **Karst tropical:** se localiza en regiones cálidas y húmedas, con un gran aporte hídrico y una alta acidificación del suelo por la gran actividad biológica en el mismo.
- **Karst frío:** la acción erosiva del agua es máxima, debido al aumento de la solubilidad del CO₂ en el agua provocado por las bajas temperaturas. Además se produce una baja precipitación de carbonato cálcico debido a que el agua no llega a la saturación.
- **Karst templado:** con unas condiciones intermedias entre los dos anteriores, o que origina una alta variedad de formas endo y exokársticas.

En las zonas áridas el modelado kárstico está ralentizado debido a la escasez de agua.

Por otra parte, a veces se originan procesos kársticos en macizos situados bajo formaciones rocosas no karstificables pero permeables, llamándose a este tipo de karst, **karst cubierto**.

4.6 PRINCIPALES CUEVAS VISITABLES TURISTICAMENTE EN CASTILLA Y LEÓN

Dentro de Castilla y León las principales regiones kársticas que se encuentran son (de norte a sur): la cornisa cantábrica, la depresión del Duero, la cordillera Ibérica y el sistema central. Por ello y teniendo en cuenta que en la depresión del Duero la formación de cavidades se limita a las calizas pontienses de los páramos, de escaso desarrollo (cueva de Román en Peñalba de Castro), nos encontramos con que las principales cuevas visitables turísticamente de Castilla y León se concentran en la cornisa cantábrica, la cordillera ibérica y el sistema central.

En concreto dentro de la región castellano-leonesa las principales cuevas visitables son:

- Cordillera Cantábrica:
 - Cueva de Valporquero
 - Cueva de Ilamazares
 - Cueva de los Franceses
 - Cueva Palomera (Ojos Guareña)
- Sistema Ibérico:
 - Cueva de Fuentemolinos
 - Cueva de la Galiana
- Sistema Central:

- Cueva de los Enebralejos.
- Cueva del Águila

<http://www.cuevasturisticas.es/>



Figura 32. Ubicación de las principales cuevas visitables turísticamente de Castilla y León.

A continuación se procede a realizar una breve descripción de cada una de las cuevas visitables turísticamente en la región castellano-leonesa.

4.6.1 CUEVA DE VALPORQUERO

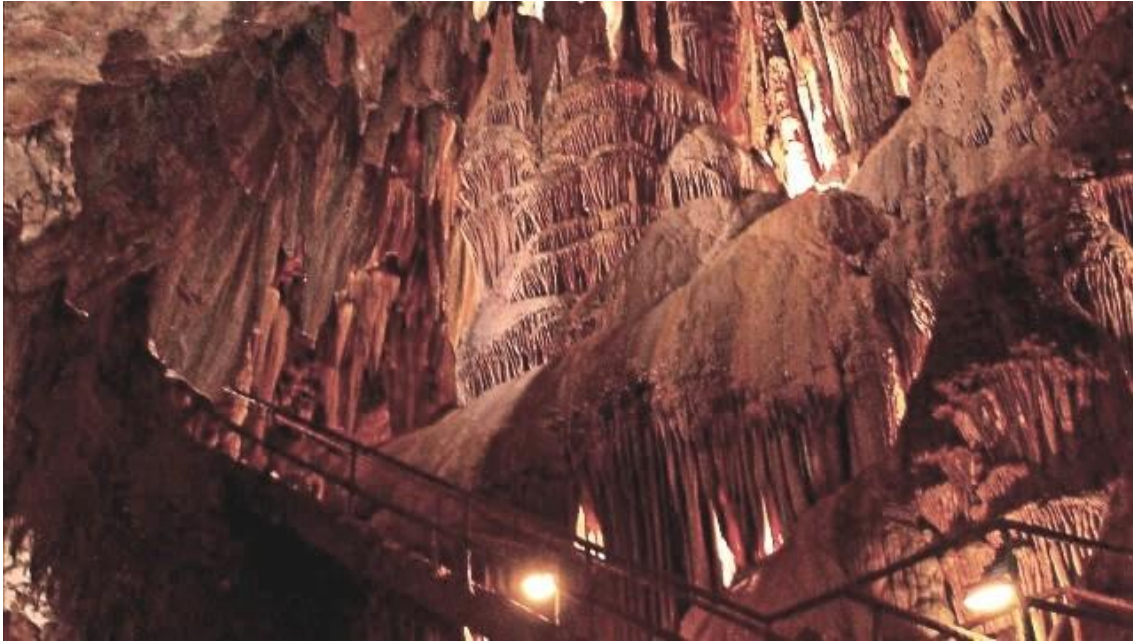


Figura 33. Cueva de Valporquero

Localización:

- Latitud: N 42° 54' 22". Longitud: W 5° 33' 31" (a 2h 30 min de Valladolid)
- 1386 m de altura.
- Valporquero de Torío (Vegacervera) 24837. León
- Teléfono: +34 987 576 408
- Página Web: www.cuevadevalporquero.es/

La cueva de Valporquero se encuentra en la localidad de Valporquero de Torío (de la que toma su nombre) al norte de la provincia de León y en la vertiente sur de la cordillera cantábrica, dentro de la reserva de la biosfera de los Argüellos (declarado por la UNESCO en 2005). La cueva pertenece a la Diputación Provincial de León y es importante debido a sus peculiares formaciones geológicas.

La cueva, que presenta varios niveles, sólo está perfectamente acondicionada para las visitas turísticas en el nivel superior, el cual presenta varios recorridos en los que se realizan las visitas en grupo y acompañados de un guía de la cueva a través de las siete salas y galerías visitables:

- Pequeñas maravillas (2)
- Gran rotonda (3)
- Hadas (4)
- Cementerio estalactítico (5)
- Gran vía (6)

- Columna solitaria (8)
- Sala maravillas (9)



Figura 34. Croquis de la cueva de Valporquero

Además el nivel inferior de la cueva (10) “curso de aguas” es visitable través de empresas de turismo activo autorizadas.

Recorridos:

- **Recorrido Normal:** visita de las cinco primeras salas con una duración aproximada de una hora que se realiza todos los días de apertura al público con una frecuencia de 30 o 50 minutos.
- **Recorrido Largo:** visita de las siete salas con una duración aproximada de una hora y media o tres cuartos que se realiza todos los días de apertura al público.
- **Valporquero Insólito:** visita turística para grupos reducidos (recomendada para mayores de 12 años) que incluye la parte alta de la sala de Pequeñas Maravillas, la galería de acceso al Curso de Aguas, la zona baja de la sala de Maravillas, el lago y el final de la Cueva. La primera parte del recorrido se realiza a oscuras (la instalación facilita frontales individuales) y la vuelta con la iluminación de camino y las luces de salas. La duración de este recorrido es de dos horas y media - tres horas. Estas visitas se realizan únicamente jueves, sábados y domingos a las 09:20 horas.

Horario:

- L-D de 10 a 18 h.

4.6.2 CUEVA DE LLAMAZARES (CORIBOS)



Figura 35. Cueva de Llamazares

Localización:

- (a 2h 40 min de Valladolid)
- 1475 m de altura.
- Llamazares (Valdelugueros). León
- Teléfono: +34 646 338 816
- Página Web: <http://www.cuevadellamazares.com/>

El agua de lluvia que las nubes descargan en la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica y que antes o después terminarán en el cauce del mítico río Curueño han creado, tras miles de años de incesante labor, una impresionante sucesión de galerías y cavernas en las que proliferan formaciones kársticas imposibles y donde destacan, por su abundancia y espectacularidad, las formaciones coraliformes, auténticas rarezas muy poco habituales en otras cuevas de origen kárstico.

Horario:

- L-D de 10 a 18 h.

4.6.3 CUEVA DE LOS FRANCESES



Figura 36. Cueva de los Franceses

Localización:

- Latitud: N 42° 46' 20.5536". Longitud: W 4° 6' 59.9544" (a 1h 30 min de Valladolid)
- Revilla de Pomar (Pomar de Valdivia) 34813. Palencia
- Teléfono: +34 659 949 98
- Páginas Web:
 - www.lacuevadelosfranceses.es/
 - <https://www.diputaciondepalencia.es/edificio/cueva-franceses-revilla-pomar/>
 - <http://pomardevaldivia.es/index.php/turismo/lugares-de-interes/cueva-de-los-franceses/>

Toma su nombre de haber sido lugar de enterramiento de soldados galos en la guerra de la independencia (1808) en un enfrentamiento ocurrido en el páramo próximo de la Lora entre tropas napoleónicas y un destacamento del Húsares Cantabro al mando del liberal Perlier.

El paisaje de esta gruta se caracteriza por las estalactitas y estalagmitas que se originan en el interior del macizo calcáreo, a lo largo de medio kilómetro de longitud, dentro del conjunto kárstico del espacio protegido de Covalagua, que posee un relieve caracterizado por sus grandes sinclinales colgados o loras y un

impresionante paisaje geológico de origen kárstico con dolinas, lapiazes, uvalas, simas, cuevas y surgencias.

Presenta un recorrido que mantiene la dirección Este-Oeste, con una profundidad máxima de 21m. y una cota superficial de 4m. Su desarrollo, es totalmente horizontal, con pequeños desniveles, habiéndose localizado en su interior tan sólo tres simas de escasa profundidad.

La superficie total de la cueva se aproxima a los mil metros, aunque la zona visitable, sólo en el recorrido de ida, transita por 482 metros. Impidiéndose por razones de seguridad la visita a su parte final. Conformada por dos grandes salas, donde unos grandes caos de bloques, desprendidos del techo han engrandecido las mismas, realizando su fantasmagórica belleza y suntuosidad.

Horario:

- M-D de 10:30 a 14:00 y 16:00 a 18:00

4.6.4 CUEVA PALOMERA (OJO GUAREÑA)



Figura 37. Cueva Palomera

Localización:

- Latitud: N 43° 2' 1". Longitud: W 3° 39' 51" (a 2h 40 min de Valladolid)
- Ctra. BU-526. Quintanilla del Rebollar (Merindad de Sotoscueva) 09568. Burgos
- Teléfono: +34 947 138 755 / 645 490 288
- Páginas Web:
 - www.cuevapalomera.es/
 - <http://www.merindaddesotoscueva.es/>

Esta Cueva, ubicada en el corazón del Monumento Natural de Ojo Guareña, es una de las más grandes de España y se encuentra entre las mayores del mundo. El viajero descubrirá un espectacular conjunto calizo-dolomítico del Cretácico Superior en el que podrá conocer las peculiaridades de las gentes que, durante la Prehistoria, habitaron este paisaje kárstico, así como encontrar elementos materiales de la Edad Media.

Se pueden realizar varios recorridos de diferente duración y destinados a diverso público con los que se pueden descubrir los valores geomorfológicos de esta cavidad kárstica.

- Visita corta: 2 h 30 min.
- Visita larga: 4 h.

Por otra parte, se puede completar la visita con la asistencia a la casa del parque de Ojo Guareña donde se encuentra el centro de interpretación del monumento natural Ojo Guareña en el cual nos adentraremos en los secretos del complejo kárstico.

Horarios:

- Temporada baja: M-D 10:30 a 13:30
- Temporada alta: M-D 10:30 a 13:30 y 16:30 a 18:30

4.6.5 CUEVA DE FUENTEMOLINOS



Figura 38. Cueva de Fuentemolinos

Localización:

- (a 2h de Valladolid)
- Puras de Villafranca (Belorado). 09250. Burgos
- Teléfono: +34 670 691 173
- Página Web: <http://www.belorado.es/content/cueva-de-fuentemolinos/>

De gran belleza geológica, con más de cuatro kilómetros de longitud, es la sexta cueva del mundo en su género. Excavada en zona de pudingas cementadas con motivos calizos de Oligoceno depositados hace 35 millones de años, está enclavada en el pueblo de Puras de Villafranca.

En la parte inferior, el río recorre la cavidad. Cueva hermosa, con intensidad de formaciones, tours, excéntricas, coladas, estalactitas, estalagmitas y columnas, dejadas por la litogénesis en sus suelos, techos y paredes, es así una de las más importantes a nivel mundial.

Cueva sorprendente en tres pisos superpuestos, encontrándose en los dos superiores los fenómenos de mayor belleza y singularidad. Una cueva sorprendente por su grandeza y originalidad geológica

La cueva se desarrolla en una masa de conglomerados calcáreos depositados durante el Oligoceno, hace unos 35 millones de años. Este tipo de rocas, formadas por multitud de grandes cantos rodados cementados, no favorecen la formación de cuevas y menos las de una longitud tan considerables como la de Fuentemolinos. Esto supone una gran rareza geológica que junto a sus más de cuatro kilómetros de desarrollo, la convierten en la sexta cueva del mundo en cuanto a su género.

Lamentablemente su visita como actividad docente (aunque fácil) estaría restringida a pequeños grupos y a través de empresas de turismo activo autorizadas.

4.6.6 CUEVA DE LA GALIANA



Figura 39. Cueva de la Galiana

Localización:

- (a 2h de Valladolid)
- Uceró. 42080. Soria.
- Teléfono: +34 627 916 107 / 620 438 488
- Páginas Web:
 - <https://www.turismocastillayleon.com/es/rural-naturaleza/cuevas/cueva-galiana/>
 - <http://www.soriaventura.com/es/product/3/cueva-galiana-espeleologia/>

Ubicada en el interior de El Cañón del Río Lobos, Parque natural desde 1985, encontramos la cueva de la Galiana, dentro de un paisaje kárstico repleto de torcas, cuevas y simas.

La cueva es visitable en un recorrido sencillo y espectacular a la vez, que da comienzo en la Sala del Dormitorio, seguida de ricas estalactitas y estalagmitas de la Sala del Lago; a continuación la Sala de los Gours y la Sala del Bosque, cavidad de hasta 15 metros de altura, para llegar a lo que denominan Gran Vía, quizá por su doble bifurcación, en este caso a dos salas con fin, lo que nos obligan a retroceder lo andado.

Una ruta muy completa, visitando en unas tres horas, casi dos de sus más de tres kilómetros. Un lugar sorprendente, visitable por cualquier persona con un

equipamiento básico, por lo que su visita como actividad docente (aunque fácil) estaría restringida a pequeños grupos y a través de empresas de turismo activo autorizadas.

4.6.7 CUEVA DE LOS ENEBRALEJOS



Figura 40. Cueva de los Enebralejos

Localización:

- (a 1h 30 min de Valladolid)
- Prádena de la Sierra (a 1 km por la N-110). Segovia
- Teléfono: +34 921 507 113
- Página Web: <https://www.cuevadelosenebralejos.es/>

La cueva se localiza en el karst de Prádena, desarrollado sobre dolomías y calizas de edad mesozoica, las cuales constituyen la cobertura alpina de esta región. La cueva de los Enebralejos está desarrollada en las dolomías del Cretácico superior pertenecientes al Santoniense (entre 87 y 83 m.a.). Estas rocas mesozoicas se sitúan discordantes sobre el zócalo paleozoico del Sistema Central, constituido en esta zona principalmente por neises glandulares y leuconeises.

Los estratos presentan una estructura tipo cuesta monoclinal con dirección sureste.

El macizo kárstico está limitado en el sur por una falla inversa de dirección noreste-suroeste. Se ha desarrollado a favor de una estructura sinclinal suave y se piensa que formó parte de una red más amplia de conductos kársticos que fueron desmantelados e individualizados por los agentes erosivos tras el encajamiento de la red fluvial. A partir de los datos de estudios realizados en otros lugares de la región podría situarse el posible inicio de la karstificación en el macizo de Prádena a finales del Plioceno inferior (entre 5,3 y 3,4 m.a.). Las

galerías superiores presentan morfología meandriforme y escasa pendiente. Las galerías intermedias son inaccesibles o están unidas a las galerías altas, evolucionadas a partir de ellas. Las galerías bajas o del río son las de mayor tamaño y desarrollo, y el agua circula por ellas en épocas de intensas lluvias o tras el deshielo. Los niveles superior y medio son los que contienen mayor cantidad de espeleotemas.

Además en esta cueva se encontraron restos de la época de la edad del Cobre, con pinturas rupestres, grabados y restos de una necrópolis.

Horario:

- M-D de 11 a 13 y de 16 a 19 h.

4.6.8 CUEVAS DEL ÁGUILA



Figura 41. Cuevas del Águila

Localización:

- (a 2h 30 min de Valladolid)
- Ramacastañas (Arenas de San Pedro). 05400. Ávila.
- Teléfono: +34 920 377 107 / 660 842 493
- Página Web: <http://cuevasdelaguila.com/visitas/>

Estas cuevas, que tienen alrededor de tres millones de años, están situadas al sur de la provincia de Ávila, en pleno Valle del Tiétar. Se trata de una zona bastante extensa, formada por calizas cristalinas muy plegadas que la erosión del aire y del viento dejó reducidas a unos cerros de poca altura y elevados sobre los ríos Arenal y Avellaneda.

Fruto de la casualidad, las cuevas se descubrieron en 1963 y, después de numerosos trabajos de acondicionamiento, las cavidades se abrieron al público un año después. Esta cavidad kárstica se ha desarrollado sobre calizas paleozoicas del cámbrico inferior (500-540 millones de años) y la formación kárstica actual podría datar de hace 12-14 millones de años. La Gran Sala de la Caverna atesora formaciones caprichosas: columnas, estalactitas, gours y numerosas capas de arcilla que cubren las galerías siguientes.

Horario:

- L-D de 10:30 a 13 y de 15 a 18 h.

SELECCIÓN DE LAS CUEVAS POTENCIALMENTE VISITABLES COMO ACTIVIDAD ESCOLAR.

De entre las 8 posibles cuevas visitables turísticamente en Castilla y León que se han comentado anteriormente, en dos de ellas es sólo posible su visita a través de empresas de turismo activo autorizadas y además restringido a pequeños grupos (cueva de la Galiana, cueva de Fuentemolinos), por lo que en principio serían descartables para la presente actividad. En el caso de la cueva Palomera también hay restricciones en la frecuencia y el número de visitantes (20 como máximo) lo que también dificulta su uso para la presente actividad. La cueva de los franceses está situada en mitad de un impresionante paisaje geológico kárstico externo, pero por el contrario la visita a la cueva, con un desarrollo únicamente horizontal, no permite visualizar correctamente el desarrollo y evolución del endokarst, por lo que no sería muy adecuada para la correcta comprensión de la evolución del modelado kárstico. Cualquiera de las 3 cuevas restantes (cueva de Valporquero, cueva de los Enebralejos y cuevas del Águila) serían perfectas para el desarrollo de la presente actividad, con varios niveles de cuevas y galerías visitables o fácilmente visibles, circulación de agua, fenómenos de sedimentación, desprendimientos rocosos y multitud de espeleotemas diferentes por descubrir. Obviamente, salvando las posibles limitaciones e inconvenientes de algunas de las cuevas, todas ellas sería adecuadas para su uso en la presente propuesta.

5. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Esta propuesta didáctica se ha desarrollado para alumnos de 2º de bachillerato de un instituto de Castilla y León, que cursen la asignatura de Geología, y sin necesidades educativas especiales. Además debido a las características propias de la propuesta (visita de una cueva) es excluyente para aquellos alumnos con movilidad reducida.

6. PROPUESTA DOCENTE / DIDÁCTICA

Como se ha comentado previamente, esta propuesta se basa principalmente en dos factores, el primero es el uso de las cuevas visitables de Castilla y León como recurso docente en la asignatura de geología de 2º de bachillerato, y el segundo el uso de clases invertidas, para que la visita a la cueva no se convierta en una mera visita guiada por un profesor cicerone, y el alumno pueda beneficiarse de todas las ventajas de un aprendizaje constructivista del modelado kárstico; encontrándose todo ello en el marco de una salida de campo, que aleja al estudiante de la rutina diaria de las clases, lo que es una motivación añadida. Además en concordancia con la sociedad actual, en la cual las tecnologías de la información cobran una especial relevancia, se trabajará y potenciará el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la presente propuesta.

La propuesta en sí consistirá en una primera fase de preparación en la que los alumnos buscarán, estudiarán y asimilarán los conceptos del modelado kárstico, una segunda fase en la que se visitará la cueva descubriendo ese modelado kárstico (y en la que deberán tomar material audiovisual para sus clases invertidas), una tercera fase en la que prepararan la clase invertida, y una cuarta fase en la que darán la clase invertida y se realizará la evaluación.

6.1 FASE DE PREPARACIÓN

En el aula y previamente a la visita a la cueva, se realizará la preparación de las clases invertidas con el estudio y aprendizaje del modelado kárstico por parte de los alumnos. Para ello se dividirá a los alumnos en grupos de 5 personas (idealmente serán 4 grupos de 5 alumnos) y se les explicará la propuesta y la metodología a seguir.

Durante la hora de clase los alumnos deberán buscar información sobre el modelado kárstico, estudiarlo, asimilar conceptos pero no deberán elaborar sensu stricto la clase invertida.

Para ello se facilitará a los alumnos todos los recursos y el material necesario para ello:

- Libros de texto.
- Material especializado sobre el tema.
- Recursos educativos colgados en internet:
 - <https://es.educaplay.com/recursos-educativos/?q=modelado+karstico>: recursos varios sobre el modelado kárstico como crucigramas y mapas interactivos.
 - <http://es.tiching.com/karst/recurso-educativo/15636>: animación sobre el modelado kárstico.
 - <http://es.tiching.com/karst/recurso-educativo/15635>: animación sobre el modelado kárstico.
 - recursostic.educacion.es/secundaria/edad/3esobiologia/3quincena2/3q2_contenidos_3c.htm: recurso TIC sobre el modelado kárstico.
 - Etc.

El profesor ayudará, resolverá dudas y guiará a los alumnos en el proceso para que el trabajo de los alumnos sea más eficaz.

6.2 SALIDA DE CAMPO

En la salida de campo los estudiantes van a experimentar un autodescubrimiento de lo aprendido en el aula y deberían ser capaces por ellos mismos de reconocer el relieve estudiado. Dependiendo de la cueva elegida para la visita se podrá apreciar de un modo mejor tanto el modelado kárstico interno como el externo.

Además se podría aprovechar para ver otros fenómenos geológicos como pliegues y fallas fácilmente observables en una salida de campo.

La duración de la visita a la cueva dependerá de la cueva a visitar y en general, si se visitan cualquiera de las cuevas recomendadas, que están perfectamente acondicionadas para la visita del público en general, no se necesitará ningún tipo de equipamiento especial. No debería faltar ropa de abrigo por las bajas y constantes temperaturas a las que se encuentran las cavernas y si se hace la visita en periodos con una cierta pluviosidad, se podrá apreciar mejor la circulación del agua subterránea (como por ejemplo en la cueva de Valporquero, donde en épocas de lluvias no sólo se aprecia el río subterráneo y agua infiltrándose y cayendo por doquier sino que se puede ver hasta una cascada de agua subterránea).



Figura 42. Cascada y río subterráneo, Cueva de Valporquero (cola de caballo, http://www.cuevadevalporquero.es/la_cueva/galeria_nueva/gran_rotonda/index.html)

Previamente a la visita de la cueva, ya sea en el autobús o a la entrada de la misma, los alumnos responderán a un cuestionario sobre el modelado kárstico de modo individual mediante técnicas de gamificación (Kahoot; usando los teléfonos móviles que ya poseen todos los alumnos y aprovechando la wifi del autobús). El objetivo es doble, por un lado ir evaluando de modo continuo a los alumnos, y por otro reforzar y afianzar los conceptos sobre el modelado kárstico, justo aquellos conceptos que deberían descubrir en la visita a la cueva y que son importantes de cara a la clase invertida.

Durante toda la visita, los alumnos deberán recolectar toda la información referente al modelado kárstico que descubran y reconozcan, en forma de material fotográfico o de video (por medio de los teléfonos móviles y/o cámaras de fotos). Ya sea sobre el modelado kárstico externo (por ejemplo lapiaz y lenar, torcas, dolinas, uvelas, etc.) como del modelado kárstico interno (por ejemplo cavernas, galerías, circulación interna del agua, sifón, depósitos fluviales, espeleotemas, etc.)

6.3 MONTAJE DEL RECURSO AUDIOVISUAL

Ya de vuelta de la excursión y como tarea para casa (TPC) los alumnos organizados por grupos, deberán realizar un montaje de un recurso audiovisual (power point, video) de 8 o 10 minutos de duración y de formato libre con el que realizarán la clase invertida, utilizando todo el material fotográfico o de video que recolectaron en la salida de campo.

El formato del recurso audiovisual se dejará a la elección de cada grupo y podría ser en forma de documental, de noticia, una clase magistral, un blog, Instagram, etc.

El fin sería obviamente la explicación del modelado kárstico según el formato elegido.

6.4 REALIZACIÓN DE LA CLASE INVERTIDA Y EVALUACIÓN

Finalmente se realizará en el aula la clase invertida mediante la exposición del recurso audiovisual realizado por cada uno de los grupos.

Además se realizará a la vez la evaluación de cada uno de los grupos mediante una rúbrica. Dicha evaluación la realizarán tanto el profesor como los alumnos (por grupo) que deberán evaluar todas las propuestas, incluida la suya.

7. METODOLOGÍA / RECURSOS

La metodología didáctica empleada en la presente propuesta es la realización de clases invertidas, utilizando recursos TIC, junto con una salida de campo (prácticas de campo). Individualmente se tratan de recursos didácticos más ampliamente utilizados (salidas de campo) o menos (clases invertidas) pero que en su conjunto adquieren una nueva dimensión, ya que se evita la propuesta tradicional de una salida de campo con un profesor cicerone haciendo de guía de observación, y aunque la propuesta en sí no es un descubrimiento autónomo ni una indagación dirigida, sí que se enmarca dentro de un aprendizaje de tipo constructivista tal y como dicta la Orden EDU-362-2015 BOCYL, en la que se dice que el alumno debería ser el protagonista de su propio aprendizaje, fomentándose el estudio, el aprendizaje activo y la enseñanza funcional con objeto de adquirir los contenidos, competencias y elementos transversales trabajando los 4 pilares de la educación (Delors, 1996). Además en la presente propuesta se trabaja extensamente el uso de las TIC, de gran importancia actualmente.

8. TEMPORALIZACIÓN

La actividad se desarrollará en varias sesiones de acuerdo con el siguiente cronograma:

SESION	ACTIVIDAD	DURACIÓN	OBJETIVO
1	Propuesta de estudio	10 minutos	Explicación actividad
1	Búsqueda y estudio de información (Alumnos)	40 minutos	Preparación clase invertida (Cl. Inv.)
2	Salida de campo	1 día	Autodescubrimiento Preparación Cl. Inv.
3	Tarea para casa	1-2 horas	Preparación material TIC
4	Impartición clase invertida (4 grupos) Evaluación alumnos Evaluación profesor	50 minutos	Clase invertida Afianzar contenidos estudiados Evaluar

9. EVALUACIÓN

Para la evaluación de esta propuesta didáctica se evaluarán las siguientes actividades, de acuerdo con los contenidos y competencias adquiridos y según los estándares de aprendizaje evaluables:

- Los resultados del kahoot (25% nota)
 - Será una evaluación individual
 - Se valorarán los resultados del cuestionario.
- Los resultados de la evaluación de la clase invertida (75% nota)
 - Será una evaluación grupal

- El instrumento utilizado será una rúbrica
- Se evaluará:
 - La calidad del trabajo
 - Exactitud o rigor
 - Uso de la terminología adecuada
 - Contenido
 - Exposición
 - Facilidad comunicadora.
 - Actitud y participación.

Como ya se ha mencionado anteriormente se propone una triple evaluación de esta actividad educativa (referido a la clases invertidas y realizado mediante una rúbrica). Se realizará tanto una evaluación por parte del profesor como una coevaluación entre los estudiantes (es decir cada grupo de estudiantes evaluará al resto de los grupos) y además una autoevaluación de los propios estudiantes (es decir cada grupo se evaluará a si mismo). Con ello se intenta implicar al alumnado aún más en la propuesta educativa y hacerle partícipe de los progresos reales en su aprendizaje.

Tanto el kahoot como la rúbrica propuestos para la evaluación de la presente actividad, se encuentran en los anexos del trabajo.

10. CONCLUSIONES

Se ha elaborado una propuesta didáctica para el aprendizaje del modelado kárstico, a partir del estudio de la geomorfología del endokarst en una visita al interior de una cueva kárstica, en combinación con la preparación de clases invertidas sobre el modelado kárstico mediante trabajo cooperativo. Para ello se han evaluado y seleccionado las ocho principales cuevas visitables turísticamente de Castilla y León, que permiten reconocer el proceso formador de cuevas mediante los procesos de disolución química, sedimentación fluvial, desprendimientos rocosos y precipitación de espeleotemas, estando todos esos procesos relacionados con la circulación subterránea de agua.

En aras de aprovechar al máximo la salida de campo y de motivar e implicar al alumnado mediante un aprendizaje de tipo constructivista, se propone usar la visita a la cueva como base para la preparación de una clase invertida sobre el modelado kárstico por parte de los alumnos. La visita a la cueva permitirá al alumnado identificar y comprender *in situ* los procesos responsables de la formación y evolución del modelado kárstico, además de recopilar toda una serie de material audiovisual necesario para la preparación de sus clases invertidas.

Para la evaluación de la actividad se propone una evaluación por parte del profesor mediante una rúbrica (evaluación grupal) y una actividad de gamificación (kahoot; evaluación individual), junto con una coevaluación de los alumnos a sus compañeros mediante una rúbrica y además una autoevaluación de los propios alumnos, también mediante una rúbrica.

En su conjunto, se espera que la propuesta presentada mejore el aprendizaje del modelado kárstico (y la motivación), por parte del alumnado, en comparación con las metodologías de enseñanza tradicionales.

11. LIMITACIONES/PROBLEMAS

A pesar del esfuerzo y dedicación que se pusiera para que esta propuesta educativa saliese perfecta, siempre podrían surgir situaciones excepcionales que dificultasen o amenazasen con cancelarla, por lo que se enumeran una serie de posibles problemas en la elaboración de la misma y sus posibles soluciones.

- La primera limitación obvia es el tiempo. Si bien un tiempo lluvioso o húmedo facilitaría la observación de la circulación subterránea de agua en el endokarst, un exceso de lluvias podría volver peligrosa la visita a la cueva, por el riesgo de un aumento del nivel freático en la cavidad, que inundaría la parte visitable de la misma. Lógicamente habría que cancelar la visita y, o bien posponerla, o bien realizar alternativamente la visita a una de las otras cuevas localizada en una región kárstica diferente, siempre y cuando no se encuentre también inundada.
- Otra limitación podría ser la escasa motivación del alumnado para la realización de la actividad. A pesar de que la propuesta en si incluye un salida de campo y el registro y elaboración de material audiovisual (actividades que generalmente son motivadoras para el alumnado), podría darse la circunstancia de trabajar con un grupo de alumnos especialmente poco participativos. En este caso quizás se podría mejorar la participación del alumnado haciendo coincidir la propuesta educativa con un taller de fotografía subterránea como el que se organiza en la cueva de Valporquero todos los años. La realización del taller de fotografía subterránea y la obtención de fotos de gran calidad de los bellos espeleotemas de la gruta (perfectas para subirlas a Instagram y obtener muchos “me gustan”), quizás provocase el empujón necesario para que los alumnos se implicasen más en la realización de la actividad.
- Un grave problema es la presencia de alumnos con problemas de movilidad, claustrofobia, nictofobia, u algún otro percance que impida la realización de la actividad. En estos casos se sustituirá la visita a la gruta por parte de estos alumnos con visitas virtuales de las cuevas.
- Otro posible problema podría estar derivado del hecho de la coevaluación y autoevaluación de la actividad por parte del alumnado, cuando los alumnos no fuesen sinceros con sus co- y autoevaluaciones. En este caso

lo mejor sería tener en cuenta sólo, las evaluaciones realizadas por el profesor.

12. BIBLIOGRAFÍA

REVISTAS:

- Ballesteros, D., Rodríguez-Rodríguez, L., Naves, B., y Turmo, A. (2018). La visita de cuevas como recurso didáctico para la enseñanza de los procesos endokársticos. Las cuevas de Noceda (O Courel, Lugo, No de España). *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 26(2), 197.
- Delors, J. (1996). La educación encierra un tesoro.
- Fernández-Ferrer, G., y González-García, F. (2017). Salidas de campo y desarrollo competencial. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 25(3), 295.
- Pedrinaci, E. (2013). Fundamentos conceptuales y didácticos: Alfabetización en ciencias de la Tierra y competencia científica. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21(2), 208–214.

LIBROS:

- TARBUCK, E. & LUTGENS, F. (2009): Ciencias de la Tierra: una introducción a la Geología Física. Pearson. Prentice Hall.
- DERRUA, M. (1977): Las formas del relieve terrestre. Nociones de geomorfología. Toray-Masson.
- ANCOCHEA, E., ANGUITA, F., & MORENO, F. (1985). Geología. Procesos externos. Edelvives. Zaragoza.
- ANGUITA, F., & MORENO, F. (1993). Procesos geológicos externos y geología ambiental. Madrid: Rueda.

SITIOS WEB:

- <http://www.cuevasturisticas.es/>
- <https://www.boe.es/eli/es/o/2015/01/21/ecd65/con>
- <https://www.boe.es/eli/es/rd/2014/12/26/1105/con>

<https://www.educa.jcyl.es/es/resumenbocyl/orden-edu-363-2015-4-mayo-establece-curriculo-regula-implan>

<https://www.park-skocjanske-jame.si/en/>

<https://www.postojnska-jama.eu/en/>

<https://www.cuevadevalporquero.es/>

<http://www.cuevadellamazares.com/>

<http://www.lacuevadelosfranceses.es/>

<https://www.diputaciondepalencia.es/edificio/cueva-franceses-revilla-pomar/>

<http://pomardevaldivia.es/index.php/turismo/lugares-de-interes/cueva-de-los-franceses/>

<http://www.cuevapalomera.es/>

<http://www.merindadesotoscueva.es/>

<http://www.belorado.es/content/cueva-de-fuentemolinos/>

<https://www.turismocastillayleon.com/es/rural-naturaleza/cuevas/cueva-galiana/>

<http://www.soriaventura.com/es/product/3/cueva-galiana-espeleologia/>

<https://www.cuevadelosenebralejos.es/>

<http://cuevasdelaguila.com/visitas/>

<https://es.educaplay.com/recursos-educativos/?q=modelado+karstico:>

<http://es.tiching.com/karst/recurso-educativo/15636:> <http://es.tiching.com/karst/recurso-educativo/15635:>

recursostic.educacion.es/secundaria/edad/3esobiologia/3quincena2/3q2_contenidos_3c.htm:

13. ANEXOS

13.1 KAHOOT



La respuesta correcta está marcada como subrayada.

- ¿Sobre qué tipo de rocas se da el modelado kárstico?:
 - Sedimentarias
 - Plutónicas
 - Magmáticas
 - Rocas carbonatadas
- El modelado kárstico es producto de un proceso de meteorización:
 - Física
 - Química
 - biológica
 - física y química
- Las reacciones químicas principales que ocurren en el modelado kárstico son:
 - Disolución
 - Precipitación
 - Disolución y precipitación
 - Ninguna de la anteriores
- La fase erosiva del modelado kárstico origina:
 - Lenares y dolinas
 - Torcas y valles kársticos
 - Cuevas y simas
 - Todas las anteriores
- La circulación subterránea de agua en el endokarst genera:
 - Ríos subterráneos
 - Simas
 - Varios niveles de grutas y galerías
 - Todas son ciertas
- Si el agua subterránea dentro de un karst no circula:
 - Aumentará la acción erosiva del agua
 - Disminuirá la acción erosiva del agua
 - No tendrá efecto sobre la acción erosiva del agua
- En la fase de sedimentación del modelado kárstico se originan:
 - Depósitos de arcillas
 - Espeleotemas
 - Travertinos
 - Todas las anteriores son verdaderas
- ¿Qué tipo de espeleotema está formado por unión de otros dos?
 - Estalactitas
 - Estalagmitas

- Columnas
 - Gours
- ¿Qué tipo de espeleotema tiene un canal en su interior?
 - Estalactitas
 - Estalagmitas
 - Columnas
 - Gours
- ¿se podría encontrar una estalactita en el suelo de una cueva?
 - Nunca
 - Siempre , se forman en el suelo de la cueva
 - Si por un derrumbe
 - Todas las anteriores son falsas
- En la fase clástica del modelado kárstico se originan:
 - Cuevas
 - Espeleotemas
 - Torcas
 - Todas las anteriores son verdaderas
- Qué tipo de karst evoluciona más rápidamente:
 - El karst tropical
 - El karst frío
 - El karst templado
 - El karst cubierto en un clima frío.

13.2 RUBRICA EVALUACIÓN CLASE INVERTIDA

	MUY BIEN 4	BIEN 3	REGULAR 2	MAL 1
Calidad del trabajo	excelente	buena	regular	mala
Aprendizaje	materia dominada	amplios conocimientos de la materia	pobres conocimientos de la materia	no conocen la materia
Terminología adecuada	usan la terminología correcta en todo momento	usan la terminología correcta pero no siempre	a veces usan la terminología correcta	No usan terminología adecuada
Contenido	contenido amplio y riguroso	se aborda el tema de modo completo pero de una forma poco rigurosa	se aborda el tema aunque faltan contenidos	escaso abordaje del tema
Exposición	se ajusta al tiempo Es clara	no se ajusta al tiempo pero es clara	no se ajusta al tiempo es medianamente clara	no se ajusta al tiempo no es clara
Uso de las TIC	perfecto	adecuado	regular	pobre
Actitud, trabajo y participación (Trabajo en equipo)	buena actitud grupo organizado participación equitativa	Actitud normal medianamente organizados participación equitativa	actitud mediocre pobremente organizados trabajo poco equitativo	mala actitud mala organización trabajo no equitativo