

Recibido: 02.04.2019 | Aceptado: 20.05.2019

Palabras clave: Calizas, espeleología, geomorfología, grutas y kárstico.

El fascinante paisaje kárstico: la gruta La Puente

ÓSCAR ELÍAS GONZÁLEZ SALAS
rambocatorce@hotmail.com
MARCO ANTONIO ROJAS BELTRÁN
MARTHA YOLANDA MELÉNDEZ OVIEDO
FACULTAD DE INGENIERÍA, UASLP

En el estado de San Luis Potosí existen diversos sitios kársticos para practicar la espeleología, como el Sótano de las Golondrinas en la Huasteca potosina. Cerca de la capital, en la sierra de Álvarez, existe también otro sitio llamado gruta La Puente, en el que se han realizado ya algunos estudios tanto de kársticidad como de espeleología.



En el siglo XIX nació la ciencia llamada espeleología, su etimología proviene de los vocablos griegos *speleon* que significa 'cueva' y *logos*: 'estudio', por lo que de manera muy general comprende el conjunto de conocimientos que se poseen acerca de las cavernas; para que éstas se formen tienen que haber pasado cientos de miles de años. Algunos estudios han establecido una velocidad de erosión por disolución de calizas de 139 milímetros (mm) por cada 1 000 años (139 mm/1 000 años) en regiones tropicales y en zonas templadas es de 75 a 140 mm/1 000 años.

La kársticidad

La palabra *karst* es un vocablo eslavo que quiere decir 'campo de piedra caliza'. Los relieves kársticos se forman a lo largo de millones de años y son el resultado de procesos exógenos (en la superficie terrestre) que afectan a las rocas carbonatadas, principalmente calizas y dolomías; las cuales están compuestas por carbonatos de calcio y magnesio. Estas rocas se originan en medios marinos, ya sea por la precipitación de carbonatos disueltos en el agua, o bien por la acumulación de restos de organismos como conchas, caracoles, corales, etcétera.

La geomorfología kárstica

El *karst* es el conjunto de formas originales del relieve que se producen en cuerpos de rocas fácilmente solubles: yeso, calizas, dolomitas, sal. Por su morfología pueden ser:

- a) **Superficial:** como el lapiaz, que es el conjunto de formas kársticas, consistentes en una agrupación de hondadas y salientes agudas, separados por una red de surcos; es característico del estadio inicial del desarrollo kárstico; pozos de infiltración; dolinas, que son formas negativas del relieve kárstico, de forma circular o elíptica más amplia que profunda, en sección transversal pueden ser en forma de embudo, con fondo plano; fosas, que son porciones hundidas, rellenas de sedimentos; valles secos, que son aquellos en que la corriente fluvial aparece en forma episódica; valles ciegos, que poseen un extremo inferior que termina en una cueva o sumidero.



b) Subterráneas: como conductos verticales y grutas en forma de campanas; canales horizontales, que son galerías que conducen agua a la superficie; canales profundos de sifón que se extienden en la zona de relleno en la que el agua se mueve bajo presión.

Las formas kársticas superficiales como dolinas, lapiaz y fallas, tienen un papel muy importante en la recarga de las zonas acuíferas, ya que cuando se tiene la porosidad y permeabilidad apropiadas, éstas llegan a tener acuíferos con volúmenes de agua muy considerables.

El paisaje kárstico en el mundo y en México

Las principales zonas kársticas son las del norte de Italia, del sureste de Austria y de Eslovenia; juntas constituyen la principal zona kárstica aprovechada para turismo de aventura. Otro de los sitios mundialmente famoso por su paisaje kárstico es la isla de Madagascar, que además alberga una flora y fauna únicas

(endémicas) en su tipo, producto en gran medida de sus condiciones aisladas de evolución.

Se considera que la geomorfología kárstica en México cubre aproximadamente 15 por ciento del territorio nacional, se distinguen dos grandes tipos de *karst*: a) de montaña y b) de plataforma. El primero se distribuye principalmente en los estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí e Hidalgo, a lo largo de la Sierra Madre Oriental; en Chiapas, Oaxaca y Puebla en la parte sur. El segundo, se presenta en la península de Yucatán, y es el más conocido por los cenotes que se localizan principalmente en Yucatán y Quintana Roo.

En el país existen algunas cavernas de importancia mundial, como Huautla, en Oaxaca, que hasta la década de 1980 se consideraba la tercera más profunda del mundo con 1 370 metros (m) y la décimo segunda más extensa con 47 000 kilómetros (km). Otra de las más extensas en México es la de Puri-

ficación, en Tamaulipas, con 55 078 km. Además, el sistema kárstico que se ha reconocido por la ley, bajo el instrumento de gestión de Monumento Natural, como es el caso del Sótano de Las Golondrinas, ubicado al oriente de San Luis Potosí, es una forma de erosión, su particularidad es que tiene una abertura exterior más estrecha en el fondo, dándole una forma cónica. Tiene una profundidad de 512 m y un diámetro aproximado de 60 m en la superficie. Además de ser considerada una de las más bellas cavernas verticales del planeta, sirve de refugio de aves que, a pesar de lo que implica su nombre, no son golondrinas (*Hirundo rustica*), sino vencejos (*Apus apus*) que entran y salen del sótano con otras especies, como loros (guaguas).

La gruta La Puente

En San Luis Potosí existe un sistema kárstico de gran importancia turística y geomorfológica: La gruta La Puente, que se encuentra en la Sierra de Álvarez a pocos kilómetros de la ca-

pital de San Luis Potosí, México, en el municipio de Villa de Zaragoza. Es un buen ejemplo de una geoforma kárstica que puede ser aprovechada para aprender, comprender y, sobre todo, disfrutar del turismo de aventura que ofrece nuestro estado.

Nos enfocamos en el estudio de esta gruta por la cercanía con la capital potosina, por su facilidad para explorarla y por sus geoformas que son de especial importancia geológica.

La gruta tiene una longitud total de poco más de 3 km, y de acuerdo con su dirección preferente tiene tres segmentos: inicia con una orientación N70E, por espacio de 0.65 km, luego gira hacia una orientación al N30W, por espacio de 0.9 km, y finaliza con un largo sector orientado al N80E, durante 1.5 km hasta desembocar en una caída de agua de 33 metros (figura 1.1). Presenta un desnivel altitudinal de 88 metros, de los cuales 55 son antes de la cascada y los 33 restantes son de la cascada. En su interior alberga una bóveda que tiene un volumen aproximado de 80000 m³, lo equivalente a 32 albercas olímpicas (figura 1.2).

En la gruta, las formas que se encuentran pueden considerarse del tipo penetrativo, es decir, penetran en la roca y van disolviéndola. Son básicamente de tres tipos:

a) Formas de erosión. Debidas a las acciones mecánicas y químicas ejercidas por el agua sobre las paredes de la gruta. Su acción requiere de un conducto en las rocas carbonatadas y con agua circulante; el agua ocupa toda la



Figura 1.1

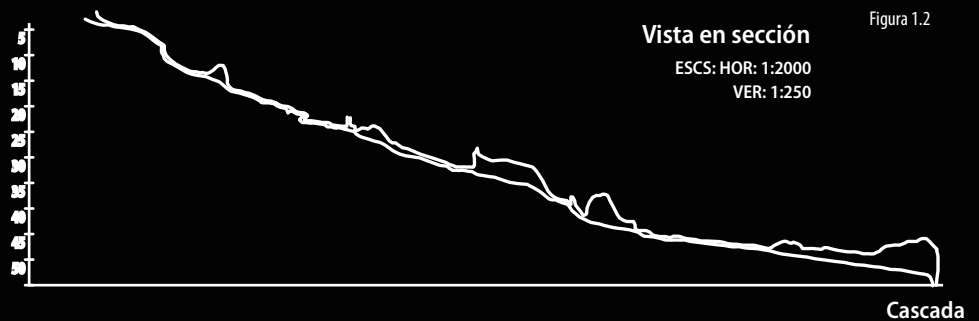


Figura 1.2

cavidad por donde circula, por lo tanto la circulación se hace en un conducto forzado provocando una fuerte presión hidrostática. Esta forma se presenta en la gruta, en los primeros tramos de la galería de entrada, que se deben a la disolución en la intersección de los planos de estratificación y que da como resultado una galería de forma elipsoidal horizontal (figura 2) en lo que se conoce como

“arrastradero”. La siguiente forma es lenticular horizontal en el primer paso de la galera (figura 1.2), se les llama así a los espacios muy reducidos, debido a la disolución y a que la erosión fluvial de libre circulación entra en acción. A partir del salón comedor de la cueva, las formas toman un componente más y se vuelven compuestas.

b) Formas clásticas. Originadas por hundimientos o derrumbes,



En el estado de San Luis Potosí existen diversos sitios kársticos para practicar la espeleología, cerca de la capital, en la sierra de Álvarez, existe un sitio llamado gruta La Puente, en la que se han realizado ya algunos estudios tanto de kársticidad como de espeleología.

Se considera que la geomorfología kárstica en México cubre aproximadamente 15% del territorio nacional, se distinguen dos grandes tipos de *karst*:
a) de montaña y b) de plataforma.

El de montaña se distribuye principalmente en los estados de **Coahuila**, **Nuevo León**, **Tamaulipas**, **San Luis Potosí** e **Hidalgo**, a lo largo de la Sierra Madre Oriental; en **Chiapas** **Oaxaca** y **Puebla** en la parte sur.

El de plataforma se presenta en la península de **Yucatán**, y es el más conocido, por los cenotes que se localizan principalmente en **Yucatán** y **Quintana Roo**.

La gruta La Puente tiene una longitud total de poco más de 3 km.

Presenta un desnivel altitudinal de **88 metros**, de los cuales 55 son antes de la cascada y los 33 restantes son de la cascada. En su interior alberga una bóveda que tiene un volumen aproximado de **80 000 m³**, lo equivalente a **32 albercas olímpicas**.



Foto 1.
Inicio de formación de estalactitas.



Foto 2.
Columnas de unos centímetros (fractales de las formas de reconstrucción).



Foto 3.
Terrazas.

con predominio de los procesos de disolución. En este proceso generalmente las rocas pierden calcio y se presentan fracturas que afectarán gota por gota, creando planos de debilidad que terminarán en un colapso o derrumbe de bloques en puntos determinados. En La Puente estos fenómenos de tipo clásicos se observan en la sección del comedor y en la galería que va hacia la zona de bombeo. En el salón comedor las alturas van de los 30 a los 40 m en la bóveda, donde aparecen algunos bloques caídos, afectando la base de la bóveda, así como algunos lagos que tienen una gran cantidad de bloques por desprendimientos.

c) Formas de reconstrucción. Se forman por los depósitos de carbonato de calcio (CaCO_3), precipitados después de los procesos de disolución. Las formas más conocidas son las estalactitas y estalagmitas (foto 1). Las primeras se forman de roca caliza que cuelga de los techos, mientras que las segundas, se forman en el suelo por el goteo y precipitación del carbonato de calcio, constituyendo una de las formas de sedimentación más clara de una caverna y abundan en los suelos de las cavernas. La eventual unión de una estalactita y una estalagmita en el mismo lugar, dará por consecuencia la formación de una columna (foto 2). Si bien estas formas son las más conocidas, no son las únicas, ya que existen también, las terrazas, las cuales son muy espectaculares.

Las principales formas o estructuras que existen en la gruta y que ocupan varios salones y galerías son:

a) Macizos y columnas. Los primeros son producto de la conformación de coladas y de su engrosamiento progresivo por oposición. Las segundas son procedentes de la unión de estalactitas y estalagmitas, productos de la precipitación de las gotas excedentes en las banderas y cortinas.

b) Coladas. Se forman regularmente con ángulos inferiores a los 70° , cuando el flujo de agua es constante en una estalagmita, pueden formar gours y microgours (lagos de pequeña extensión de origen estalagmítico).

c) Cortezas parietales. Cubren las paredes de una corteza uniforme y lisa en una superficie de CaCO_3 .

d) Cortinas y banderas. Se forman a lo largo de las fracturas o diaclasas y llegan a cubrir casi por completo la entrada a un sifón en la galería que lleva al final de la gruta.

En la galería que sigue al comedor se aprecia un puente que se ha formado y los procesos de erosión han llegado a excavar un nuevo conducto que actúa como galería y red de drenaje.

Como mencionamos ya, la gruta La Puente tiene una extensión de 3 km con un desnivel de 80 m (figura 1.1) y presenta características ideales para realizar estudios detallados de campo en varias aplicaciones de las ciencias de la tierra; específicamente de la geomorfología kárstica, ya que es frecuente ver una gran cantidad de estalactitas, estalagmitas, banderas,



**ÓSCAR ELÍAS
GONZÁLEZ
SALAS**

Es egresado de la carrera de Ingeniería en Geología, de la Facultad de Ingeniería de la UASLP. Actualmente desarrolla su tema de tesis en el Instituto de Geología, aplicando sistemas de información geográfica para el estudio de las rocas volcánicas de la parte meridional del campo volcánico de San Luis Potosí, para generar una base de datos espacialmente referida, con información, geoquímica, vulcanológica, isotópica y cartográfica.



coladas, columnas y altares que le brindan una belleza única (foto 3). Hay que tomar en cuenta que durante la época de lluvias existe un gran peligro al penetrar el sistema, por su capacidad receptora de agua. Incluso se considera que a lo largo del sistema de la gruta, fluye un río subterráneo (foto 4).

Los paisajes kársticos han sido poco estudiados en México y requieren más atención por la utilización que puede hacerse del mismo para obtener agua, además de adecuar cavernas para el desarrollo turístico (como el caso de las grutas del Ángel, en el municipio de Rioverde), entre otras.

Se espera que con este artículo se dé a conocer más esta ciencia de la espeleología, que se promuevan las actividades geoturísticas que puedan realizarse a distancias cercanas y de bajo costo; con la perspectiva de que también se hagan en otras áreas del estado, sobre todo aquellas que son desconocidas.

Hay que tener en cuenta que la exploración de cavernas ofrece grandes satisfacciones, pero también representan algunos riesgos. Existen algunas reglas básicas de supervivencia dentro de estas cuevas, que permiten al explorador prevenir accidentes que pueden resultar en graves tragedias; por ejemplo: nunca entrar solo a una caverna; procura llevar fuentes de iluminación protegidas, pero no depender de una sola linterna; notificar siempre el lugar y fecha de la expedición, así como la fecha de regreso; solicitar permisos

si la caverna es propiedad privada; no entrar si existen rejas o cercas en la entrada de la caverna; nunca intentar nada que esté más allá de nuestra capacidad física y técnica.

Las formaciones de las cavernas son el resultado de cientos o miles de años, por lo tanto, mientras se visite hay que procurar seguir algunas reglas para la conservación de la misma: no cortar o dañar las formas kársticas (estalactitas, estalagmitas, columnas, etcétera); no pintar señales con pintura; no dejar basura en el interior del sistema; no atentar contra las formas de vida vegetal o animal de la caverna; sólo tomar fotografías sin tocar nada; si encuentras cualquier tipo de basura o restos de lámparas, hay que recolectarlos y depositarlos en el lugar correspondiente, recuerda que es importante dejar el lugar mejor que como lo encontraste. ▣

Agradecimiento

Este artículo se deriva del trabajo de titulación de Martha Yolanda Meléndez Oviedo, y forma parte de las actividades de aprendizaje del primer autor. Agradecemos la asesoría del personal del Centro de Información de Ciencias, Tecnología y Diseño de la UASLP.

Referencias bibliográficas:

- Lugo-Hubp, J. (1989). *Diccionario geomorfológico*. México, DF: Libros de México.
- Meléndez-Oviedo, M. (1991). *Características kársticas de la gruta La Puente, SLP, San Luis Potosí*: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Espinasa-Pereña, R. (2010). El karst de México. En A. Coll-Hurtado (Ed.), *Nuevo Atlas Nacional de México*. Primera versión electrónica (CD). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.



Foto 4.
Sifón desembocado al río subterráneo.