



Comparación de Ambientes Superficiales y Subterráneos

Ph.D. Mitchell Klett, Ph.D. Michael Odell, Ph.D. Teresa Kennedy, Ph.D. John Ophus,
M.Ed. Marsha Willis y M.Ed. Jamie Larsen

Introducción

El Programa GLOBE ofrece la oportunidad de que estudiantes y maestros indaguen acerca de lo que sucede en su ambiente local y alrededor del mundo. Los protocolos GLOBE son usados para recolectar datos acerca de la cobertura terrestre, la atmósfera, suelos y calidad del agua. Los datos de GLOBE también ayudan a los científicos a validar la sensibilidad remota de los satélites. Sin embargo, hay ambientes que no pueden ser investigados por los satélites. Esta guía de campo utiliza los protocolos existentes de GLOBE para explorar un ambiente extremo. Las cavernas ofrecen una oportunidad de utilizar los protocolos GLOBE en la investigación de ambientes subterráneos y compararlos con los ambientes superficiales.

¿Qué es una caverna?

Una caverna es una abertura natural en la tierra. Para que una abertura sea una caverna, esta debe extenderse más allá de la zona de luz y ser lo suficientemente grande para que una persona pueda entrar. Se pueden encontrar cavernas en una variedad de tipos de roca y son el resultado de diferentes procesos geológicos. Las cavernas pueden ser de diferentes tamaños, desde simples cuartos a pasajes interconectados a lo largo de muchos kilómetros de longitud.

El estudio científico de cavernas es llamado espeleología, ciencia interdisciplinaria del sistema Tierra basada en geología, hidrología, biología y arqueología. La exploración de una caverna para propósitos científicos o recreacionales se denomina usualmente como "caving" o "spelunking." en inglés.

Tipos de cavernas

De acuerdo a la Evaluación Geológica de los Estados Unidos (USGS), hay cuatro tipos principales de cavernas.

- Cavernas de solución, formadas en rocas de carbonato y sulfato como caliza, dolomita, mármol y yeso, por la acción de un lento movimiento de aguas subterráneas, que disuelve la roca para formar túneles, pasajes irregulares y aún grandes cavernas a lo largo de uniones y lechos planos. La mayoría de las cavernas en el mundo –así como las más grandes-, son de este tipo.
- Cavernas de lava, éstas son túneles o tubos de lava, formados cuando la superficie externa de un flujo de lava se enfría y se endurece; mientras que la lava fundida dentro sigue fluyendo y eventualmente sale hacia afuera a través del tubo recién formado.
- Cavernas marinas, formadas por la acción constante de las olas, que arremeten contra las partes más débiles de las rocas, rayando las riberas de los océanos y los grandes lagos.
- Cavernas glaciares, éstas son formadas por el hielo derretido que excava túneles de drenaje a través de toda la capa de hielo.



Formación de la Caverna Natural Bridge

Para el día de trabajo de campo GLOBE, estaremos explorando una caverna de solución. Descubierta en 1960, ésta tiene 60 pies de roca caliza que forma un puente natural encima de un agujero en New Braunfels, Texas.

¿Cómo se desarrollan los extensos y complejos pasajes de las cavernas de solución?

Las cavernas de solución son formadas cuando la piedra caliza u otro tipo similar de rocas son expuestas a la acción de desgaste física y química del agua. El agua de lluvia filtra a través de la superficie de la tierra, arrastrando suelo y plantas en descomposición que liberan dióxido de carbono. La combinación de dióxido de carbono y agua forma ácido carbónico (ácido débil). Estos movimientos de agua, ligeramente ácida, por las grietas en la roca y espacios bajo la tierra, disuelven lentamente la calcita, formando grandes cavidades y cavernas. En estos lugares, la solución resultante de bicarbonato de calcio es conducida por el sistema subterráneo de agua.

Cuando esta solución alcanza lugares abiertos, puede ocurrir la deposición de la calcita como resultado del escape de los gases de dióxido de carbono y de la superficie de expansión que posee la solución. El gas de dióxido de carbono escapa del agua. Esto es similar lo que sucede cuando el dióxido de carbono sale de una lata de soda cuando es abierta. Por lo tanto la acidez del agua remanente es reducida, el bicarbonato de calcio no puede permanecer en la solución, y la calcita es depositada como piedra de goteo.

Principales características de Cavernas

La Caverna Natural Bridge es el patrón para varias características de cavernas. La mayoría de ellas son formadas por piedra de goteo, originadas por el agua que gotea en diferentes partes de la caverna.

Aunque hay muchas características de cavernas, la más familiares son la presencia de estalactitas y estalagmitas. Las estalactitas cuelgan en los techos de las cuevas y son formadas como gotas de agua de los techos de las cavernas dejando una pequeña cantidad de sólidos disueltos detrás. Algunas estalactitas son finas y huecas, por eso se les llama sorbete de soda (). Las estalagmitas se forman sobre los pisos de las cavernas, por lo general debajo de una estalactita. Una manera fácil de recordar la diferencia es: las estalactitas se forman en los techos mientras que las estalagmitas crecen sobre la tierra. A veces, las estalactitas y estalagmitas se conectan entre si y forman impresionantes columnas. Otra característica de las cavernas es la roca, producida por el colapso de techos y paredes. Estas pueden variar en tamaño. De pequeñas rocas a bloques masivos.

Cavernas como ambientes extremos:

Las cavernas son interesante en términos de cómo ellas demuestran el concepto de la Tierra como un Sistema. La intersección de roca, agua, aire y vida, encontradas en las cavernas, nos dice mucho acerca de las condiciones bajo las cuales la vida pudo haber empezado, evolucionado y perdurado, así como la clase



de vida que podríamos esperar encontrar en otros mundos. Los científicos están muy interesados en las cavernas debido a la presencia de algunas de formas de vida extremas. Los extremófilos u organismos que aman lo extremo, definen a un conjunto de formas de vida que se encuentran en condiciones que serían desafiantes para la mayoría de seres vivos que están sobre la Tierra. En particular, condiciones que hayamos inhóspitas para nosotros. Esto incluye extremos en pH, presión, luz, temperatura y radiación.

Los Extremófilos en las cavernas incluyen a los microbios que pueden satisfacer sus necesidades de energía y nutrientes con los elementos químicos más simples y que se encuentran bajo las más duras condiciones. Algunas formas de vida extremas en las cavernas, como la Cueva de Kane en Wyoming y la Cueva Lechuguilla en Nuevo Mexico, usan sulfuro de hidrógeno como fuente de energía y sobrevivencia en condiciones donde el pH está entre 1 y 5. En el proceso ellos producen ácido sulfúrico y otros subproductos. El ácido sulfúrico puede contribuir a la ruptura de rocas en la cueva mientras que los subproductos pueden servir como nutrientes o fuentes de energía a otras fuentes de vida.

Los científicos han encontrado que algunos de los extremófilos en cavernas son similares a aquellos que se encuentran en las aberturas hidrotermales, otro ambiente extremo. Los ecosistemas de aberturas hidrotermales dependen de estos microbios, que son la base de la cadena alimenticia, para brindar energía y nutrientes a través de la quimiosíntesis, un proceso como la fotosíntesis, pero que usa compuestos químicos como fuente de energía y no la luz del sol. Algunos de estos microbios forman relaciones simbióticas con los animales que se encuentran en las profundidades de las aberturas submarinas - poliquetos, mejillones y almejas –sin esta relación su vida no sería posible.

Los científicos que estudian la vida extrema sobre la Tierra creen que la habilidad de los seres vivos para sobrevivir bajo condiciones extremas en nuestro planeta, con los químicos más simples como fuente de energía, es una evidencia de que la vida se puede haber desarrollado en otros mundos bajo condiciones igual de limitantes. Ellos ofrecen la posibilidad de que se pueda encontrar vida en los ambientes bajo la superficie como en las cuevas de Marte o las aberturas hidrotermales en la luna de Júpiter, Europa

Mientras explore y estudie las cavernas, tenga en mente lo que ellas le pueden decir acerca de la habilidad de los seres vivos para sobrevivir, aún bajo la más inhóspitas (para nosotros) condiciones.

Seguridad en las Cavernas

La exploración responsable de las cavernas es esencial. Nunca entre a una caverna solo o sin un guía, el equipo recomendado o los materiales necesarios para el área. Consulte con el Sitio Web de la Sociedad Nacional de Espeleología para más información acerca de una exploración segura de las cavernas.



Investigación GLOBE en Cavernas

Materiales

- GPS
- Termómetro
- Hidrómetro Digital
- Barómetro Digital
- Linterna

Protocolos GLOBE en Cavernas

Afuera de la Caverna

Entrada de la Caverna:

- ID del Sitio
- Descripción del Sitio
- Temperatura del Aire
- Humedad Relativa
- MUC
- Presión del Aire

Dentro de la Cueva

Recolectar datos en el Espacio Superior, Espacio Inferior y cualquier otro Espacio Principal

- ID o nombre del Espacio Descripción del Espacio Temperatura del Aire
- Humedad Relativa Presión del Aire
- (Opcional, si es permitido) Temperatura del agua pH del agua

Escriba los datos en la hoja de datos de caverna (Siguiendo página)



INVESTIGACIÓN DE CAVERNAS

Hoja de Recolección de Datos

Nombre del Colegio _____

Clase o Grupo _____

Nombre (s) de estudiante (s) que completan la hoja de Definición del Sitio

Fecha _____ Elija una alternativa; nuevo sitio actualización del dato

Nombre del sitio (dele a su lugar un nombre único)

Fuera de la Caverna

Localización de la Entrada de la Caverna: Elevación: _____ metros

MUC _____

Latitud: _____ Norte o Sur

Longitud: _____ Este u Oeste

Fuente de ubicación de datos (Elija una alternativa) GPS Otra

Entrada de la Caverna

Descripción _____

Temperatura del Aire _____ Humedad Relativa _____



Dentro de la Caverna

Nombre de identificación del primer espacio más grande, encontrado

Temperatura del Aire _____ Humedad Relativa _____ Presión del Aire _____

Descripción del primer espacio _____

¿Hay agua presente? Sí No ¿Le está permitido probar el agua? Sí No

Describe la fuente (Goteo de techo, corriente, etc.) _____

Temperatura del Agua _____ pH del Agua _____

Característica de la caverna observada

- | | | |
|--|--|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Sorbete de soda | <input type="checkbox"/> Estalactitas | <input type="checkbox"/> Estalagmitas |
| <input type="checkbox"/> Columnas | <input type="checkbox"/> Flujo de piedra | <input type="checkbox"/> Otro |

Evidencia de actividad biológica

- | | | |
|--|--|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Fluorescencia | <input type="checkbox"/> Vestigio animal | <input type="checkbox"/> Huesos |
| <input type="checkbox"/> Bacterias | <input type="checkbox"/> Hongo | <input type="checkbox"/> Otro |

Evidencia de Impacto humano

- Pintada (antigua o reciente) Caminos Escaleras Puentes Otro
-

Nombre de identificación del primer espacio más profundo, encontrado

Temperatura del Aire _____ Humedad Relativa _____ Presión del Aire _____

Descripción del espacio _____

¿Hay agua presente? Sí No ¿Le está permitido probar el agua? Sí No

Describe la fuente (Goteo de techo, corriente, etc.) _____



Temperatura del Agua _____ pH del Agua _____

Característica de la caverna observada

- Sorbetes de soda Estalactitas
Estalagmitas
 Columnas Flujo de piedra Otro

Evidencia de actividad biológica

- Fluorescencia Vestigio animal Huesos
 Bacteria Hongo Otro

Evidencia de Impacto humano

- Pintada (antigua o reciente) Caminos Escaleras Puentes Otro

Otros espacios adicionales de la Caverna

Nombre de Identificación _____

Temperatura del Aire _____ Humedad Relativa _____ Presión del Aire _____

Descripción del lugar _____

¿Hay agua presente? Sí No ¿Le está permitido probar el agua? Sí No

Describe la fuente (Goteo de techo, corriente, etc.) _____

Temperatura del Agua _____ pH del Agua _____

Característica de la caverna observada

- Sorbete de soda Estalactitas Estalagmitas
 Columnas Flujo de piedra Otro



Evidencia de actividad biológica

- | | | |
|--|--|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Fluorescencia | <input type="checkbox"/> Vestigio animal | <input type="checkbox"/> Huesos |
| <input type="checkbox"/> Bacteria | <input type="checkbox"/> Hongo | <input type="checkbox"/> Otro |

Evidencia de Impacto humano

- Pintada (antigua o reciente) Caminos Escaleras Puentes Otro
-

Nombre de Identificación _____

Temperatura del Aire _____ Humedad Relativa _____ Presión del Aire _____

Descripción del lugar _____

¿Hay agua presente? Sí No ¿Le está permitido probar el agua? Sí No

Describe la fuente (Goteo de techo, corriente, etc.) _____

Temperatura del Agua _____ pH del Agua _____

Característica de la caverna observada

- | | | |
|--|--|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Sorbete de soda | <input type="checkbox"/> Estalactitas | <input type="checkbox"/> Estalagmitas |
| <input type="checkbox"/> Columnas | <input type="checkbox"/> Flujo de piedra | <input type="checkbox"/> Otro |

Evidencia de actividad biológica

- | | | |
|--|--|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Fluorescencia | <input type="checkbox"/> Vestigio animal | <input type="checkbox"/> Huesos |
| <input type="checkbox"/> Bacteria | <input type="checkbox"/> Hongo | <input type="checkbox"/> Otro |

Evidencia de Impacto humano

- Pintada (antigua o reciente) Caminos Escaleras Puentes Otro



Otros espacios adicionales de la Caverna

Nombre de Identificación _____

Temperatura del Aire _____ Humedad Relativa _____ Presión del Aire _____

Descripción del lugar _____

¿Hay agua presente? Sí No ¿Le está permitido probar el agua? Sí No

Describe la fuente (Goteo de techo, corriente, etc.) _____

Temperatura del Agua _____ pH del Agua _____

Característica de la caverna observada

- | | | |
|---|--|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Sorbetes de soda | <input type="checkbox"/> Estalactitas | <input type="checkbox"/> Estalagmitas |
| <input type="checkbox"/> Columnas | <input type="checkbox"/> Flujo de piedra | <input type="checkbox"/> Otro |

Evidencia de actividad biológica

- | | | |
|--|--|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Fluorescencia | <input type="checkbox"/> Vestigio animal | <input type="checkbox"/> Huesos |
| <input type="checkbox"/> Bacteria | <input type="checkbox"/> Hongo | <input type="checkbox"/> Otro |

Evidencia de Impacto humano

- Pintada (antigua o reciente) Caminos Escaleras Puentes Otro



Siguen preguntas:

- Describa los procesos químicos involucrados en la formación de la caverna.
- Explique la química del desarrollo de al menos dos de las características que ha encontrado en la caverna.
- Si puede, utilice una ecuación química para describir este proceso.

Referencias:

United States Geological Survey. What is a Cave? Modified from: W. E. Davies and I. M. Morgan US Geological Survey.
<http://www2.nature.nps.gov/geology/USGSNPS/cave/cave.html#what>

National Speleological Society. <http://www.caves.org>

Microbial Life, Educational Resources. Microbial Life in Extreme Environments. SERC – Carleton College. <http://serc.carleton.edu/microbelife/extreme/>

GLOBE Teachers Guide. The GLOBE Program. <http://www.globe.gov/tctg/tgtoc.jsp>

Copyright: The GLOBE Program, 20 July 2007

**Copyright: The GLOBE Program, 20 July 2007
Traducido por GLOBE en Argentina.**