



- Inicio
- Edición impresa
- Temas
- Tienda

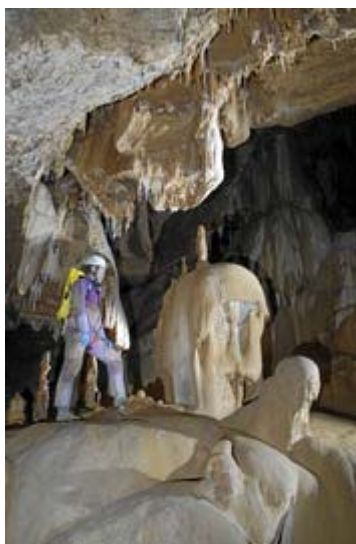
2007 octubre 08

GARA > Idatzia > Eguneko gaiak

Estalactitas: el valor del mundo subterráneo

## Pergaminos de la paleoclimatología

Si cogemos una estalactita de una cueva y le hacemos un corte transversal, podemos llegar a conocer la evolución del clima en esa zona a lo largo de miles e incluso millones de años. La valiosa información que guardan estos «pergaminos» de roca puede aportar nuevos datos para entender mejor los cambios climáticos en nuestro planeta.



Ñaki VIGOR

El planeta Tierra surgió hace aproximadamente 4.600 millones de años, pero los aparatos de climática se conocen desde hace sólo siglo y medio. ¿Entonces, cómo se puede hablar de cambio climático, si realmente sólo conocemos el último suspiro de la Tierra? Esta es la pregunta que se hace Eneko Agirre, gerente de la empresa que gestiona la cueva de Mendukilo y gran conocedor de otras muchas cuevas turísticas, no sólo de Euskal Herria sino también de otros países. Tal como sostienen muchos climatólogos, este inquieto joven tolosarra considera que el concepto de cambio climático que venimos manejando desde hace unos años es erróneo, porque «el clima siempre está cambiando y va a seguir haciéndolo».

El propio Eneko Agirre señala que la cueva de Mendukilo y la sierra de Aralar, donde se ha formado, son la demostración palpable de que el clima «siempre está cambiando», y lo resume de forma didáctica: «La roca caliza de Aralar se ha formado por la acumulación de caparzones de seres vivos que vivieron en mares tropicales poco profundos, como se puede ver por los fósiles de bivalvos y moluscos.

Pero a su vez, los geólogos nos dicen que en el mismo Aralar hay restos de las últimas glaciaciones. Esto significa que aquí hemos tenido desde clima tropical hasta glacial».

El hecho de que sólo dispongamos de registros climáticos de los últimos 150 años ha llevado a algunos científicos a investigar en los hielos polares y en los glaciares para intentar conocer la evolución del clima en los últimos siglos e incluso milenios. Después de varias décadas de estudios y mediciones en la Antártida, el científico navarro Adolfo Eraso ya advertía hace cinco años de que la velocidad a que se están derritiendo los glaciares polares es cada vez mayor, pero matizaba que fenómenos similares se han podido producir en otras épocas, aunque ahora nos parezca novedoso.

### Los anillos del tiempo

¿Cómo conocer lo que ocurrió en esas remotas épocas? Las cuevas que se han ido formando en el interior de la Tierra a lo largo de miles o millones de años pueden aportar esa valiosa información. Si a un árbol le hacemos un corte, podemos saber su edad gracias al número de anillos que se le han ido formando de año en año.

De la misma forma, si a una estalactita se le realiza un corte transversal, se toman muestras cada cierta distancia y se hace una datación de cada muestra mediante isótopos radiactivos, se puede llegar a saber la edad en que se han ido depositando los materiales que forman esa estalactita y las aportaciones hídricas que ha tenido con el paso del tiempo.

Así lo ha comprobado Vladimir Otero Collazo, un climatólogo cubano que está considerado como una de las máximas autoridades mundiales en este campo. Este científico ha realizado estudios en un millar de cuevas de diversos países, y estos días se encuentra en Euskal Herria para realizar mediciones a fin de conocer cómo afectan las visitas turísticas a las cuevas de Pozalagua (Karrantza), Arrikruz (Oñati) y Mendukilo (Astiz).

### Diferentes ritmos

Fue en esta última cueva donde nos recibió este climatólogo y nos explicó una experiencia realizada en su país: «En una cueva de Cuba tomamos una estalactita que tenía 70 centímetros de anchura, se le hizo una datación en la base, que es el primer tramo que se forma, y se vio que tenía una edad de 25.000 años. Se hizo la misma datación en la punta de la estalactita y se comprobó que las últimas gotas que salieron por su interior lo hicieron hace 4.000 años».

La conclusión que sacamos los profanos en la materia es que esa estalactita había crecido 70 centímetros a lo largo de 21.000 años, es decir, diez centímetros por cada 3.000 años. Pero este científico cubano nos rectifica: «La realidad no fue así. La realidad es que algunas partes de esa estalactita se formaron en sólo 100-300 años, mientras que otras partes tardaron muchísimo más tiempo. Estas diferencias en su formación reflejan precisamente los cambios climáticos. Hubo momentos de mayor goteo, otros de menor goteo y otros en los que ni siquiera hubo goteo. Si estos datos los comparamos con estudios de mineralogía, podemos obtener información mucho más enriquecedora. Para poder llegar a conclusiones fidedignas, hace falta un equipo multidisciplinar, porque la paleoclimática no es sólo para los climatólogos».

### No pasa lo mismo con las estalagmitas

Vladimir Otero aclara que el ejemplo de los círculos concéntricos de los árboles puede compararse con el de las estalactitas, pero que no ocurre lo mismo en el caso de las estalagmitas: «En el caso de las estalactitas, éstas se van ensanchando y se forman círculos parecidos a los de los árboles. Pero las estalagmitas se van formando por capas, es decir, van creciendo conforme unas capas se van acumulando sobre otras».

A su juicio, las cuevas son el «mejor lugar» para el estudio paleoclimático. «Casi todas las huellas que existen en las cuevas son precisamente de sucesos que han ocurrido hace miles o millones de años. Salvo los glaciares -matiza-, en la superficie terrestre apenas quedan zonas donde realizar este tipo de estudios paleoclimáticos».

Estos estudios se pueden realizar tanto en cuevas de formaciones kársticas como de lava o hielo, aunque en estas últimas los procesos se desarrollan con una mayor velocidad. «Cada tipo de cueva tiene sus propias características, debido a la forma de circulación del agua y a los mecanismos físicos y químicos que influyen en el clima de su interior», ilustra Vladimir Otero.

### Interpretar el clima del futuro

Al igual que este científico cubano, Eneko Agirre pone de relieve que las estalactitas «no son sólo cristalizaciones, sino que son como antiguos pergaminos que guardan una información muy valiosa sobre los climas que tuvimos hace miles de años». Por eso, considera que cuevas como la de Mendukilo, que posee muchas y variadas formaciones, son «unos entornos ideales para poder conocer el paleoclima e interpretar mucho mejor el clima que podemos tener en el futuro».

Vladimir Otero, Eneko Agirre y Jabier Les destacan también que cualquier cambio que se produzca en el exterior de la cueva, bien en el sustrato, en la tierra o en la vegetación, va a afectar directamente a la misma, no sólo al goteo de agua sino a las características físico-químicas del suelo que atraviesa. «Un cambio climático suele provocar un cambio de la vegetación, y por tanto del ph, de la concentración de CO<sub>2</sub> y del suelo. Es decir -explican-, en un macizo puede darse un cambio de la relación carbonato-agua-CO<sub>2</sub> que puede incidir en la formación de más estalactitas o, por el contrario, en un proceso de corrosión de la cavidad».

### ejemplo de gestión sostenible

La importancia que el mundo subterráneo tiene para la ciencia, así como la necesidad de conservarlo, es precisamente una de las novedades que se van a introducir a partir de ahora en las visitas guiadas a Mendukilo. «En los medios de comunicación se está hablando constantemente del cambio climático, pero yo no sé hasta qué punto la gente se da cuenta de que realmente se sabe muy poco de todo este asunto. Por eso, queremos que quienes visiten Mendukilo tomen conciencia de que las cuevas pueden aportar muchísimo al conocimiento del cambio climático, porque gracias a ellas podemos interpretar el paleoclima que tuvimos y disponer de muchísimos más datos para poder hacer predicciones más seguras», remarca el gerente de Cuevas de Astitz SA.

La habilitación de esta gruta para el turismo se realizó con el «máximo respeto» hacia la cavidad. Así lo constata Jabier Les, miembro de la Sociedad de Ciencias Espeleológicas Alfonso Antxia, conocedor de cientos de cuevas en todo el mundo y probablemente el único fotógrafo profesional del mundo subterráneo en Euskal Herria que puede vivir de su trabajo.

Así, la verja que cierra Mendukilo fue diseñada para ser permeable a la fauna, tanto a los murciélagos como a otra clase de seres vivos, ya que en su interior se han visto lirones e incluso zorros. Los adoquines de la primera sala fueron diseñados para permitir que las gotas de agua puedan seguir su camino natural al interior de la cueva, tal como puede observarse en las salas inferiores. A lo largo de casi todo el recorrido fue instalada una pasarela metálica galvanizada, porque si no fuera así, se oxidaría y los óxidos contaminarían el acuífero. Esta pasarela es además flotante y está anclada al suelo mediante herrajes, lo que, en un hipotético caso, permitiría desmontarla y dejar la cueva tal como se encontraba antes de su apertura al público.

63.000 visitantes

Esta apertura tuvo lugar el 22 de julio de 2005, y desde entonces se ha registrado en Mendukilo la

vista de unas 63.000 personas. Durante el último curso escolar pasaron por ella alrededor de 5.500 alumnos, ya que uno de los objetivos es trabajar la educación ambiental, y para ello dispone de un aula subterránea.

El siguiente paso era conocer en qué medida esta afluencia de personas ha modificado o no las condiciones climáticas naturales de la cavidad, para lo que han contratado los servicios de Vladimir Otero.

Este científico cubano ha estado durante varias semanas en las diferentes salas (el Tubo de los Gentiles, Laminoxin, Herensugea...) recogiendo datos sobre temperatura, humedad relativa, concentraciones de CO<sub>2</sub> y presión atmosférica, y cotejándolos con los tomados en ocasiones anteriores.

Una de las conclusiones que ha obtenido es que las visitas no han afectado a esta cavidad y que pueden continuar incluso por encima del ritmo actual. No obstante, recomienda proseguir con este tipo de estudios, porque «las cuevas tienen una dinámica muy lenta y se demoran bastante en sus respuestas».

La experiencia de Pozalagua, donde lleva más tiempo realizando análisis similares, le dice que «uno o dos años no son suficientes para este tipo de estudios climáticos», y que «puede haber visitas masivas a la cueva durante un año completo y no aparecer respuestas negativas».

En el caso de la cueva de Pozalagua estas respuestas han llegado en el tercer año de estudio. Una vez analizados los datos obtenidos, Vladimir Otero recomendó reducir a 80 el número máximo de personas en cada visita. «Este consejo se ha cumplido y la cueva ha asimilado mejor las visitas. Ahora se comporta de forma suficientemente bien como para no sufrir daños», informa este especialista cubano.

Un dato inesperado

Las mediciones realizadas en Mendukilo han sacado a la luz un dato inesperado, y es que arrojan datos más elevados de CO<sub>2</sub> en octubre y noviembre, a pesar de que es en agosto cuando el número de visitas es más elevado. «Son datos ilógicos. Todavía no sabemos a qué se debe esto», admite Vladimir Otero mientras nos muestra diversos gráficos en su ordenador.

Atento a las explicaciones, Jabier Les precisa que los valores obtenidos en octubre y noviembre están todavía «muy lejos» de los valores que podrían resultar problemáticos.

«Estos datos nos preocupan no porque hayan afectado a la cueva, que sigue en perfectas condiciones, sino porque no sabemos a qué se debe esa acumulación anormal de CO<sub>2</sub>. Esto nos genera un problema de investigación y queremos encontrar una respuesta científica», aclara este profesional, conocido sobre todo por los trabajos realizados para revistas especializadas de varios países.

Un tipo de formación común a las cuevas de Mendukilo y Pozalagua es la existencia de estalactitas excéntricas, un fenómeno al que todavía no se le ha encontrado explicación. Tanto las estalactitas como las estalagmitas y las coladas se forman según la ley de la gravedad, pero las estalactitas excéntricas parecen desafiar esta ley, ya que su génesis es diferente a las demás formaciones.

Algunos investigadores sostienen que se forman debido a las corrientes de aire, otros hablan de campos electromagnéticos, de cambios de polaridad en el interior de la formación e incluso de contaminación natural. «Una estalactita es como un macarrón -pone como ejemplo Eneko Agirre-. En su primera fase de formación, el agua penetra con muchísimas arcillas, que taponan la salida del macarrón, y eso hace que se produzca un crecimiento radial».

Lo que sí se ha comprobado es que las cuevas que poseen estalactitas excéntricas, como Mendukilo y Pozalagua, tienen muchos aportes de arcillas y zonas de estrechamientos. Son dos datos que pueden ayudar a desvelar este misterioso fenómeno.

el «mal verde»

Uno de los aspectos que más fue tenido en cuenta a la hora de habilitar para el turismo la cueva de Mendukilo fue el de la iluminación artificial, teniendo en cuenta que los rayos solares no penetran a su interior. Este suele ser uno de los aspectos más delicados, sobre todo si se trata de grutas que conservan pinturas rupestres. En el caso de Astitz, fue colocado un sistema de iluminación dinámico, de forma que ningún foco permanece más de cuatro minutos encendido. De esta forma, se impide que aparezca al llamado «mal verde».

«En las paredes de las cuevas viven microorganismos que se alimentan habitualmente de la poca materia orgánica que penetra desde el exterior, arrastrada por el agua. Pero si detectan luz con una intensidad determinada durante largos periodos de tiempo, son capaces de empezar a generar clorofila, exactamente igual que las plantas, y alimentarse vía fotosíntesis. Esto es lo que se conoce como mal verde, y que hemos evitado gracias a la iluminación dinámica», explica Eneko Agirre.

Las grutas están consideradas el «sexto continente»

En la actualidad se conocen en todo el mundo más de 25.000 kilómetros de grutas subterráneas. La más grande es la Cueva del Mamut, que se encuentra en el Parque Nacional de Kentucky y tiene más de 570 kilómetros de desarrollo. El récord de profundidad lo consiguió hace apenas un año un grupo de espeleólogos ucranianos, que han conseguido descender hasta los 2.330 metros de profundidad, tras permanecer dos meses en la cavidad. Datos de estas magnitudes llevan a muchos científicos a afirmar que en la Tierra no hay cinco continentes, sino seis. El mundo subterráneo sería el último continente que nos queda por descubrir, ya que los 25.000 kilómetros conocidos son sólo una pequeña parte de los existentes.

Un claro ejemplo es la sierra de Aralar, donde han sido catalogadas unas 600 cavidades y otras muchas todavía están por descubrir. Euskal Herria cuenta con muchísimas cuevas y simas. La zona más conocida en el ámbito internacional es Larra, una de las mayores extensiones kársticas de Europa, con más de 50 kilómetros de galerías catalogadas. Pero es sólo un trocito de este sexto continente, tan inmenso como desconocido.

En el otro extremo del país, en el valle vizcaino de Karrantza, se encuentra la sala subterránea más grande de Europa y la tercera más grande del mundo. Se trata de la Torca del Carlista, que junto a Pozalagua es el mayor conjunto monumental subterráneo de Euskal Herria gracias a unas medidas increíbles: 500 metros de longitud, 230 de ancho y 125 de altura. En ella entran varios campos de fútbol. Para poder fotografiar esta descomunal cavidad, Jabier Les ha necesitado la ayuda de seis espeleólogos que la iluminaron mediante flashes electrónicos. La Sociedad de Ciencias Espeleológicas Alfonso Antxia, a la que pertenece el propio Les, ha elaborado un fotomontaje en el que se ve el Museo Guggenheim dentro de esta sala, lo que permite hacerse una idea de sus gigantescas dimensiones.

Ningún arquitecto ha sido capaz todavía de construir estructuras de esta magnitud, con bóvedas que soportan pesos de miles de toneladas y se sujetan por sí mismas, sin necesidad de pilares o columnas.

La cueva de Pozalagua, el laboratorio subterráneo más importante del mundo

«En estos momentos, la Cueva de Pozalagua es el laboratorio subterráneo más importante del mundo». Así de rotundo lo afirma Jabier Les, tras señalar que en este gran salón de 70 metros de largo, 55 de ancho y 19 de altura están realizando estudios cinco catedráticos de diferentes ramas y

una veintena de doctores, además de diversos miembros de la Sociedad de Ciencias Espeleológicas Alfonso Antxia, a la que pertenece el propio fotógrafo bilbaino.

En esta cueva se están realizando estudios de ingeniería nuclear, para conocer la radiactividad natural de la cueva, y química analítica, para analizar los fenómenos que se producen en su interior, estudios que se cotejan con los de geología, sedimentología y biología vegetal. «Se trata de un equipo multidisciplinar de unas treintena personas estudiando diversos aspectos del mundo subterráneo, algo que no se había hecho nunca», afirma Les, al tiempo que recuerda que el Departamento de Biología de la Universidad de Navarra también ha estado estudiando la nueva fauna descubierta por los espeleólogos que integran la Sociedad Alfonso Antxia.

«Antes, cada cual hacía sus estudios por separado. Ahora nos hemos dado cuenta -añade Jabier Les- que el estudio del mundo subterráneo debe hacerse de forma multidisciplinar, abarcando todas las ramas y ciencias que rodean a la espeleología».

Los estudios realizados por Vladimir Otero en Pozalagua han aportado datos novedosos. En concreto, ha podido determinar los mecanismos de transferencia de la masa gaseosa entre el interior y el exterior, e incluso un aspecto que se conocía en teoría pero que en la práctica todavía no se había comprobado, como es la interdependencia que tiene el CO<sub>2</sub> como gas respecto al resto de la atmósfera.

«En las cuevas turísticas visitadas por numerosas personas se mueve de forma diferente. Independientemente de hacia dónde va la masa gaseosa -indica-, el CO<sub>2</sub> puede moverse en dirección contraria de forma molecular».