

La historia de las montañas contada por sus rocas

El estudio de rocas de las cordilleras Occidental y Central permite a investigadores de EAFIT reconstruir la evolución de los Andes del norte, en Antioquia, desde hace millones de años hasta el último medio siglo. Entender su desarrollo y comportamiento es útil para temas de gestión del riesgo, amenaza sísmica y geoturismo.

JONATHAN ANDRES MONTOYA CORREA
Periodista del Área de Información
y Prensa de EAFIT

El Centro de Monitoreo de la Conservación del Ambiente, del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, declara a Colombia como un país megadiverso. Y esto se debe, en gran parte, a los miles de millones de años de procesos geológicos que han dado lugar a cordilleras, valles, sistemas de fallas y condiciones climáticas que propician que esta sea una de las 17 naciones que albergan el 70 por ciento de la biodiversidad del planeta. Por eso, Colombia no solo es un país megadiverso, también es geodiverso.

Esta afirmación se evidencia en todos los paisajes que componen el territorio nacional incluido, por supuesto, el del Valle de Aburrá, donde se levanta Medellín.

No es gratuito, por ejemplo, que la vista desde el parque Arví, con sus colinas y altiplanos, sea tan diferente de



la que se aprecia desde uno de los miradores de la avenida Las Palmas. Otra cosa es observar la ciudad desde alguno de sus tres cerros tutelares de la parte plana (El Volador, Nutibara y La Asomadera), en comparación con lo que se ve desde el Alto de la Virgen, en Guarne, o la geografía para quien está en el Alto de San Miguel, donde nace el río Medellín. Y todo eso es muy diferente a lo que ve alguien que se lanza en parapente desde San Félix en dirección Occidente-Oriente.

¿Por qué el Valle de Aburrá se comporta tan diferente, cómo se formó y cómo sigue reacomodándose?, ¿por qué no se puede comprender como una unidad sino como un territorio geológicamente diverso?, ¿por qué tenemos el paisaje actual? y ¿cuál es la historia tras la formación de las montañas que lo conforman?



El Valle de Aburrá es uno de los casos de estudio para entender la historia del paisaje de la cordillera de los Andes, en Antioquia. Foto Róbinson Henao.

EL TRABAJO DE LOS “MÉDICOS DE LA TIERRA”

Las anteriores son algunas de las preguntas que intenta responder la investigación *Historia de la erosión en el corto, mediano y largo plazo de las cordilleras Central y Occidental de los Andes del norte, departamento de Antioquia*.

Se trata de un estudio que adelanta el Grupo de Investigación en Geología Ambiental e Ingeniería Sísmica de EAFIT, liderado por la profesora María Isabel Marín Cerón, y en el que participa un grupo interdisciplinario de estudiantes y docentes del

Departamento de Ciencias de la Tierra e investigadores de la Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín y de otras instituciones educativas de España, Suiza, Australia y Estados Unidos, entre otros.

Para hacerlo diseñaron una ruta de escalas que va desde el largo plazo (miles de millones de años) hasta el corto (de 50 años a algunos miles).

“Los geólogos somos como los médicos de la Tierra y si queremos hacer una buena práctica con lo

que tenemos en este momento en la superficie, tenemos que mirar su historia clínica primero. Esas escalas de tiempo corresponden a dicho propósito”, comenta Santiago Noreña Londoño, ingeniero geólogo de la Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín y estudiante del doctorado en Ciencias de la Tierra de EAFIT. Él es uno de los investigadores de este proyecto y explica así la importancia de trabajar en estas tres escalas, que son una oportunidad para

La profesora María Isabel Marín y sus estudiantes del Semillero de Investigación en Geología Regional y Geoquímica. Foto Róbinson Henao.

entender el pasado y predecir el futuro desde la geología.

Para él, otra de las posibilidades que permite el estudio evolutivo es que cuando se trata de investigaciones geológicas estas se hacen, por lo general, desde escalas muy grandes que no incluyen la dimensión humana.

"Se invierten muchos recursos humanos, económicos y tecnológicos, pero no hay una aplicación real –asegura Noreña–. Lo que nosotros queremos es entender la evolución de los Andes del norte, de las montañas de Antioquia, pero respondiendo a las necesidades locales de generar un producto de información científica de calidad que responda a problemas concretos como la pérdida de áreas productivas, la estabilidad de la infraestructura o los riesgos sísmicos, por mencionar algunos".



Descubrir la cosmogonía de una roca

Algunas de las muestras de rocas que obtiene este grupo de Investigación son enviadas a laboratorios en Grenoble y Aix-en-Provence (Francia), y a un reactor nuclear en Munich (Alemania).

Cuando regresan, los investigadores también se apoyan para los respectivos análisis en espacios como los laboratorios de Petrografía, Geoquímica, Termocronología y Paleomagnetismo, así como del Centro de Supercómputo Apolo, de EAFIT.

La profesora María Isabel Marín Cerón, investigadora líder del proyecto, ratifica que cuando se trata de darle nombre o edad a una roca existen diversas herramientas y métodos a partir de la trituration y extracción de varios minerales de la muestra.

"Con secciones delgadas se le puede dar el nombre, pero si queremos conocer otra variable, como por ejemplo el tiempo, podemos usar técnicas como la de uranio-plomo porque de acuerdo con su degradación radioactiva el uranio nos cuenta una edad", explica.

LA TAREA DE PONERLE NOMBRE Y EDAD A UNA ROCA

Colombia se encuentra en la zona de subducción entre las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana, es decir, cada vez que la primera empuja a la segunda (en el proceso que se conoce como de "pulsión") genera un aumento de presión y temperatura que desencadena una serie de procesos geológicos en la Tierra. Uno de ellos fue, precisamente, el origen de la cordillera de los Andes hace más de 60 millones de años.

"En nuestro grupo queremos entender, en primer lugar, la geodinámica interna y externa de esas montañas, es decir, los factores internos y externos de la Tierra que originaron los paisajes geológicos que tenemos ahora", señala la profesora María Isabel Marín Cerón, investigadora líder de este proyecto.

Y continúa: "Yo siempre les digo a mis estudiantes que es como si al-



“Queremos entender la geodinámica interna y externa de esas montañas, es decir, los factores internos y externos de la Tierra que originaron los paisajes geológicos que tenemos ahora”. María Isabel Marín, investigadora líder del proyecto

El apoyo de estudiantes del semillero

Historia de la erosión en el corto, mediano y largo plazo de las cordilleras Central y Occidental de los Andes del norte, departamento de Antioquia es un trabajo multidisciplinario y en red.

Se destaca, de manera especial, la participación del Semillero en Geología Regional y Geoquímica, que cuenta con diez años de trayectoria y también es liderado por la profesora María Isabel Marín. Algunos de sus integrantes, hoy egresados, se desempeñan como asesores desde Australia o Nuevo México (Estados Unidos).

güen prendiera un fogón. Al calentar la corteza los magmas, volátiles y/o fluidos que se generan tienen dos opciones: quedarse ahí o salir a través de algunas de las fallas geológicas. Ese material se enfría al interior de la corteza (rocas plutónicas) o al exterior (rocas volcánicas), cuando sale y entra en contacto con diferentes factores de la superficie, por ejemplo la lluvia, se erosionan y se depositan estos materiales. Todo esto se puede encontrar ahí, en las cordilleras y valles que tenemos”.

El nombre técnico de este proceso se conoce como *cooling exhumation*. Es decir: qué se formó en la profundidad, cuánto tiempo ha pasado para que vaya subiendo y quede expuesto, el tiempo de enfriamiento durante el proceso de ascenso y su exposición en la superficie.

“¿Y cómo lo estudiamos? A través de muestras de rocas de esas montañas, tomando rocas desde el valle del río Cauca hasta el páramo de Belmira para observar cómo ha sido esa evolución”, manifiesta la investigadora. Ella

agrega que son esos procesos de exhumación (ascenso) y enfriamiento de las rocas los que cuentan la historia de la formación de las montañas actuales.

“A una roca no podemos preguntarle cómo se llama, pero sí usar diferentes herramientas y técnicas para llamarla, darle una edad, saber dónde y cuándo se formó, cuándo salió a la superficie y cuánto tiempo lleva expuesta. Eso permite tener una idea aproximada de la orogenia, que es el estudio de la formación de las montañas”.

Poder observar cómo esas montañas se han reacomodado con los diferentes pulsos de exhumación y ver las respuestas de los bloques tectónicos que conforman las cordilleras de los Andes del norte, en función de la presión que se dirige de Occidente a Oriente, motivó a los investigadores a ir un paso más allá y entender cómo esa historia del paisaje se refleja en escalas de tiempo más cortas. Para ese fin tomaron el Valle de Aburrá como uno de sus casos de estudio.



Ciencia de la geología que estudia la formación de las montañas.



DE LA OROGENIA ANDINA A CÓMO SE FORMÓ “ESTE HUECO”

Si una persona observara desde el aire el río Medellín se encontraría con que este, en un punto del valle, da un giro abrupto y cambia su curso. Y así se repite a lo largo de su recorrido. Es más, al levantar un perfil de este mismo río desde su nacimiento en el alto de San Miguel (Caldas) y luego a través de su paso por diferentes zonas como La Aguacatala, Tricentenario, El Hatillo y Porce se pueden identificar en su curso otra serie cambios (en especial los llamados gargantas o puntos de quiebre).

Según la docente María Isabel, cada uno de esos puntos parece estar asociado a que por ahí pasan sistemas de fallas. Y es entonces donde entran otras ramas de la geología como la morfotectónica y la neotectónica, entre otras, para analizar cómo el paisaje ha respondido y sigue respondiendo a esas fallas.

“Es decir, cómo se abrió o cómo se formó este ‘hueco’ en el que estamos. Este es un valle muy ‘raro’ y su asimetría nos muestra que no podemos seguir entendiéndolo como lo hemos hecho hasta ahora, sino como la respuesta a procesos tectónicos que, sumados a factores del clima, nos generan regiones muy diferentes entre sí”, explica la investigadora líder del proyecto.

El proyecto de investigación busca conocer “los factores internos y externos de la Tierra que originaron los paisajes geológicos que tenemos ahora”, explica la líder del proyecto, María Isabel Marín Cerón. Foto Robinson Henao.

“Una roca fresca es estable, una descompuesta no lo es tanto. Comprender cómo una roca se va transformando en el tiempo permite saber si un suelo es más peligroso o estable que otro”. Santiago Noreña, integrante del equipo investigador del proyecto

RESULTADOS PRÁCTICOS

De esta manera, dividieron el valle en cuatro sectores o subcuencas tectónicas y avanzaron a una escala mucho más reducida –aproximadamente 50 años–, para reconstruir la historia geológica reciente de la región. Solo que, en esta ocasión, el narrador de dicho relato son los diferentes depósitos de rocas que deja el río Medellín tras su paso o las cicatrices con las que estas marcan los árboles cercanos.

A través de estas muestras, además de informes de EPM durante los últimos 50 años y perfiles longitudinales del río, los investigadores lograron identificar, por ejemplo, cuáles lugares eran más susceptibles de que se formaran avenidas torrenciales, cómo es la zonificación de la región de acuerdo con la distribución de los fenómenos naturales y cuál es la probabilidad de que estos se repitan en determinada zona.

Al respecto, el estudiante de doctorado Santiago Noreña ratifica que entender cómo funcionan las rocas se traduce, también, en grandes oportunidades para la región en temas de gestión del riesgo: "Una roca fresca es estable, una descompuesta no es tan estable. Por eso comprender cómo una roca se va transformando a lo largo del tiempo permite saber si un suelo es más peligroso o estable que otro".

Y ese mismo proceso, en sus palabras, también podría usarse para entender la dinámica del río o la frecuencia con la que se desborda, o incluso la amenaza sísmica. "Nuestra intención es construir una base de datos muy sólida que nos permita, a todos, estar muy atentos con los fenómenos locales que nos afectan", afirma Noreña.

Finalmente, otro de los impactos de la investigación se relaciona con temas de geoconservación y geoturismo. Como explica la profesora María Isabel Marín, la idea es que la gente pueda realizar una "parada bonita" en alguno de los puntos del Valle de Aburrá y, al mismo tiempo, aprender algo sobre geología.

Toda una vida enamorada de los volcanes

La pasión por los volcanes llevó a María Isabel Marín a estudiar Ingeniería Geológica en la Universidad Nacional de Colombia. Pero después de culminar sus estudios se dio cuenta que si quería fortalecer esa vocación debía irse a vivir a uno de los países con mayor actividad volcánica del mundo. Por eso, además de su pregrado, cuenta con una maestría en Ciencias de la Tierra e Ingeniería Ambiental de la Universidad de Shimane, y un doctorado en Ciencias de la Tierra, de la Universidad de Okayama, ambos estudios en Japón.

Durante los últimos años se ha dedicado a identificar georrutas en Antioquia. Fruto de esto es el libro interactivo *Georrutas y patrimonio geológico en los alrededores de Medellín*, en el que, a través de 20 sitios de interés geológico, presenta las formaciones y características morfológicas de diferentes zonas cercanas al Valle de Aburrá, los alrededores de las centrales hidroeléctricas de Isagén y la zona de Río Claro.



"Queremos enseñarles a todas las generaciones cómo se formó este paisaje que nos rodea. Cambiar un poco esa perspectiva de entender el territorio solo desde la visión político-administrativa y proponer una nueva desde los fenómenos integrados de clima y geología", concluye. ■

La asimetría del Valle de Aburrá lleva a los investigadores a pensar que no se puede seguir entendiéndolo desde el punto de vista geológico como se ha hecho hasta ahora. Foto Róbinson Henao.