

# La formación del Aguas superficiales. Isostasia

**Jorge S. da Silva** | Profesor de Geografía egresado del IPA. Docente de Geología para el Profesorado de Geografía en el CERP de Florida. Curador del Museo de Geociencias de Tacuarembó.

## Introducción

Los temas a tratar están íntimamente relacionados, la formación del relieve está determinada por dos causales, una de carácter interno y otra de carácter externo. La primera la constituyen todos aquellos fenómenos asociados con la dinámica de la corteza terrestre y la naturaleza de las rocas; y la segunda está asociada con los fenómenos externos, tales como el agua y el clima.

El agua, sin lugar a dudas, juega un rol de primer orden en la construcción y evolución de las formas de relieve.

Hasta aquí, el enfoque abordado es puramente visto desde la óptica de la geografía física, no se desconoce el impacto formidable que ejerce el agua bajo sus diferentes estados físicos sobre la sociedad humana y, por ende, en los paisajes geográficos resultantes de la interacción de las cuencas hidrográficas con las actividades económicas.

El recurso agua siempre ha sido vital para los pueblos, su importancia crece con el aumento de la población; en la actualidad, el control de los ríos y del agua subterránea es objeto de conflictos internacionales. El conocimiento del comportamiento de los cursos de agua se vuelve una necesidad cada vez más imperiosa, porque de ello depende el uso más racional de este recurso.

## La hidrósfera

Toda el agua contenida en el interior y la superficie de la corteza terrestre más la que está en la atmósfera constituye la hidrósfera.

El papel del agua en nuestro planeta es de tal magnitud que, si no hubiera agua, poco se diferenciaría la Tierra de otros planetas vecinos.

Aquí tendremos en cuenta solamente las aguas superficiales y, en particular, las que están sobre las tierras emergidas -espejos de agua como son los lagos y pantanos, cursos de agua, desde cañadícolas hasta enormes ríos, sin olvidarnos, de los glaciares, de las montañas y altas latitudes-.

No olvidemos el papel del agua subterránea, en particular en rocas calcáreas. El agua disuelve el carbonato de calcio de las calizas y crea oquedades gigantes de cuyos techos penden columnas de estalactitas, generando un inusual paisaje subterráneo.

El papel que desempeña el agua en la meteorización es enorme, ya que facilita y participa en las reacciones químicas entre los minerales componentes de las rocas y favorece la erosión, proceso por el cual una partícula es arrancada y removida del lugar. Simultáneamente, las partículas son trasladadas, ya sea por el agua en estado líquido o sólido, viento o gravedad; a esto se le denomina arrastre.



# relieve

Una vez que las partículas se han puesto en movimiento, la energía que lo motivó va perdiendo intensidad, y como consecuencia comienza a abandonar las partículas más grandes primero y luego abandonará aquellas más pequeñas, para formar capas sobre capas (depósitos). He aquí como se han originado los sedimentos no consolidados. Procesos de recirculación de aguas en el interior de los sedimentos disuelven algunos componentes de naturaleza mineralógica. Y, por otro lado, los compuestos disueltos en el agua se reordenan formando nuevos minerales que rellenarán los espacios entre las partículas, confiriéndole coherencia al sedimento, lo hace duro y resistente ante eventual erosión; estamos frente a una roca sedimentaria detrítica.

Con frecuencia, las rocas sedimentarias engloban restos de evidencias de vida, ya sean partes duras como conchas o huesos, o marcas de vida -pisadas, madrigueras, etc-. Estos vestigios -fósiles- suelen ser escasos, pero en ocasiones son tan abundantes que prácticamente toda la capa o estrato está compuesta exclusivamente por fósiles; estas rocas son de origen orgánico.

En las zonas desérticas -donde la vida ha desertado-, donde la evaporación es muy superior a las precipitaciones, se generan extensas capas, producto de las precipitaciones de las sales disueltas en los lagos. Este es uno de los

orígenes de las rocas formadas por precipitación química; a estas rocas se las conoce como evaporitas.

Hasta aquí hemos visto el papel del agua en la formación de rocas; también actúa modelando el relieve, todas las formas positivas y negativas de la superficie de la corteza son objeto de transformaciones, un ejemplo son las costas de los océanos y mares, que están siendo permanentemente modificadas por la acción del oleaje.

## La formación del relieve

En la Tierra primigenia, apenas formada la corteza, las formas de relieve que existían eran los cráteres producidos por los impactos de los cuerpos extraterrestres; una vez instalada la atmósfera, los vientos se encargaron de movilizar los granos de arena y polvos producidos por los impactos mencionados y por la actividad volcánica. La arena en movimiento erosionaba la superficie de las rocas expuestas y comenzó a borrar las estructuras cratéricas. Ya tenemos tres formas de relieve identificadas: conos volcánicos, planicies producto del relleno de sedimentos eólicos, y dunas. Al seguirse enfriando la corteza, el agua concentrada en las nubes se instala definitivamente en la superficie del planeta, corre por las laderas y se reúne en las partes deprimidas.



**Foto 1** - Costa en La Paloma, Rocha. Muestra la acción erosiva del oleaje sobre rocas muy antiguas y resistentes.



**Foto 2** - Montañas andinas, Perú, donde se combina la acción erosiva y la isostasia.

A partir de este momento, el agua va a intervenir muy activamente en la evolución de las formas de relieve a través de la meteorización, erosión, arrastre, deposición, litificación, disolución de minerales y, sobre todo, favoreciendo las reacciones químicas entre los minerales, por supuesto dependiendo de la naturaleza de las rocas y del clima del lugar.

El trabajo lento pero constante del agua sobre las rocas da lugar a que los materiales se alteren, determinando que se desestructuren y aflojen (**meteorización**) y pronto sean barridos por la **erosión** o la propia gravedad.

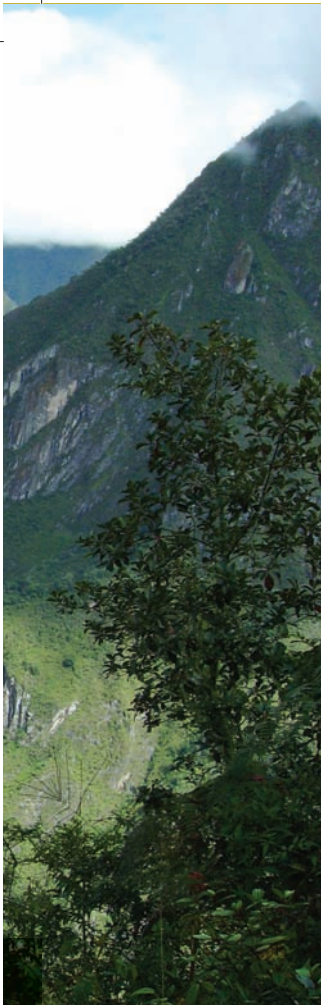
Esto determina que las formas de relieve se reduzcan de tamaño -se achiquen con el tiempo-, que en un lugar pierdan peso -se alivianen- y en otro se dé un sobrepeso adicional; esta descompensación pronto se recompondrá. Como la corteza se comporta como si fuera un plástico a largo plazo, tiende a equilibrar dichos desajustes. El ejemplo del iceberg, que si se le corta la parte superior vuelve a ascender, dejando siempre una parte del mismo fuera del agua, nos ayuda a comprender este fenómeno.

Este proceso de reajuste de fuerzas es lo que se denomina **isostasia**.

Nuestro planeta consta de polos con abundante agua congelada al igual que las altas montañas. El hielo de los glaciares (nieve acumulada y compactada por su propio peso) se desplaza por la gravedad hacia las partes bajas, a una velocidad de pocas decenas de metros por año, pero con gran capacidad de movilizar materiales sueltos -bloques, a veces de varios metros cúbicos de volumen- que los arrastra sobre las rocas por donde se desplaza, produciendo una formidable acción abrasiva. Como resultado da origen a valles muy diferentes de los producidos por aguas líquidas.

Entre valle y valle existen zonas altas que hacen que las aguas pluviales se dirijan hacia una cuenca u otra, a veces conformadas por sierras, colinas o simples lomas encadenadas, que en nuestro país se denominan cuchillas (divisorias de aguas).

Hasta aquí hemos visto como el viento, el agua, el hielo y la gravedad movilizan partículas de un lado a otro, generando nuevas formas de relieve, ya sean positivas como los cerros, lomas y colinas, o negativas como los valles, cauces y las planicies aluviales.



**Foto 3** - Imagen satelital, mostrando el desierto de Namibia, donde ocasionales lluvias torrenciales provocan sustanciales modificaciones en los efímeros cursos de agua.

Buena parte de los valles que conforman las cuencas hidrográficas son producto de la acción combinada de la meteorización, la erosión y el arrastre de los materiales durante miles o millones de años. Los cerros chatos del norte uruguayo son silenciosos testigos de lo que fuera una planicie alta en otra época y de que, a través de millones de años, millones de metros cúbicos de rocas fueran meteorizados, erosionados y trasladados lejos de ese lugar.

A todo esto debemos agregar el principal hacedor de las grandes formas de relieve en nuestro planeta: **la tectónica de placas**. La totalidad de la superficie del planeta está influenciada morfológicamente por la dinámica de las placas tectónicas.

La corteza terrestre está constituida por un mosaico de placas como si fuera un caparazón; cada placa tiene su propia dinámica, se comporta como una cinta sin fin, por un lado se crea en forma permanente y por otro se destruye también permanentemente.

Los continentes son unos viajeros apoyados encima de las mencionadas placas, que se mueven según la dinámica de estas, pero nunca se hunden; se parten o se reúnen con otros continentes o chocan con placas que se mueven en sentido contrario.

Donde las placas tectónicas divergen, se forman largas cadenas montañosas submarinas asociadas a un largo canal o fisura (*rift*); cuando algunos picos de esas montañas submarinas aparecen por encima del nivel de los océanos, constituyen islas volcánicas, caso de Islandia.

Si las placas tectónicas convergen, se genera un hundimiento a lo largo de la zona de contacto, dando lugar a la formación de las fosas marinas; generalmente existe una línea de islas volcánicas asociadas a estas fosas. Ejemplo: fosa de Puerto Rico.



**Foto 4** - Cañada de las Peñas, Tacuarembó. Curso de agua sobre roca basáltica. Los cantos rodados se gastan con el rodamiento y erosionan el lecho de la cañada.

Allí donde dos placas tectónicas se encuentran -borde convergente- y una de ellas lleva un continente a cuestras, este continente se plegará dando origen a plegamientos montañosos, caso de los Andes.

En caso de que cada una de las dos placas tectónicas lleve un continente a cuestras, el paulatino acercamiento da lugar también a la formación de plegamiento montañoso, caso del Himalaya. En próximas entregas profundizaremos en esta temática.

Fuera de la dinámica de las placas también se originan gigantescas islas volcánicas producidas por plumas mantélicas (chorros de materiales magmáticos que se desplazan en el interior del manto), ascienden de las profundidades del manto y generan volcanes submarinos que, al sobrepasar el nivel del mar, conforman islas; es el caso de las islas de Hawai, en el océano Pacífico.

En esta apretada síntesis sobre las formas de relieve se debe hacer nuevamente hincapié en lo siguiente: así como se forman gradualmente o no las diferentes formas de relieve, simultáneamente los procesos combinados de meteorización-erosión se encargan de reducirlas de tamaño, y la isostasia recompone permanentemente los desequilibrios originados.

La parte de las Ciencias de la Tierra que describe y estudia el origen, la evolución de las formas de relieve tanto continental como de los fondos de los océanos, se llama Geomorfología. Los geólogos le dan mucha importancia al estudio de las formas de relieve, porque por su intermedio se puede entender la estructura de la corteza terrestre y rastrear minerales. No menos importante es para el geógrafo, ya que en buena medida las formas de relieve son causas determinantes del uso del suelo y, por ende, de la economía de las sociedades vinculadas al mismo. 

## Bibliografía

BANDA TARRADELLAS, Enric; TORNÉ ESCASANY, Monserrat (2000): *Geología*. Buenos Aires: Ed. Santillana Polimodal.  
DE PEDRAZA, J. y otros (2003): *Geología 2 Bachillerato*. Madrid: Ed. Anaya.  
LAMBERT, David (1989): *Guía de Cambridge de la Tierra*. Madrid: Ed. EDAF.

## Revista

EL CORREO-UNESCO (Octubre 2001): Tema del mes: "Agua ¿Conflicto o negociación?".