

acontecimientos de épocas remotísimas, y descifrarse entre las rocas aquella historia de la tierra que es deber de la Geología estudiar y apuntar.

ROCAS SEDIMENTARIAS

I. Lo que es sedimento.

43. Hemos adelantado ya algo en la tentativa de comprender lo que son piedras, y hemos aprendido que están llenas de una historia de antiguas revoluciones de la tierra y que podemos averiguar lo que esta historia dice, pero que para poder hacer algún progreso tenemos que arreglar en grupos distintos las varias piedras que queremos estudiar. También hemos visto que pueden dividirse en tres grandes grupos ó clases, teniendo cada uno una colección de caracteres ó rasgos bien marcados.

44. Hay que dar nombres á cada uno de estos grupos. Podríamos llamarlos el grupo de las arenosas, el grupo del yeso y el grupo del granito; pero es el caso que ya han estado en uso otros nombres, que son más convenientes; por consiguiente referiremos todas las piedras que tengan cualidades como los de la piedra arenosa á las *rocas sedimentarias*; las formadas de restos de plantas animales, como lo está el yeso, á las *rocas orgánicas*; y las que tengan un carácter cristalino, como nuestro grupo de granito, á las *rocas ígneas*. Más adelante iremos viendo el significado de estos nombres.

45. Se aplica la palabra *roca* á cualquier clase de piedra natural, sea cual fuere su dureza ó blandura. En este sentido la arena, el limo, el yeso, la turba

y el carbón son rocas, lo mismo que la piedra arenosa, la caliza ó el granito.

46. Pero es evidente desde luego que cada uno de estos grupos, por estar tan bien determinado y separado de los demás, ha de tener una historia que le sea particular, esto es, sus diversas especies de piedra ó roca han de haber sido formadas de un modo diferente que las de los otros grupos, para poder ser tan desemejante á ellos. Estudiemos, pues, sucesivamente cada uno de los grupos, empezando con las rocas sedimentarias, ó lo que es lo mismo, con aquellas que tienen mayor ó menor semejanza con la piedra.

47. Mas antes tenemos que comprender el significado de esta voz *sedimentario*, y la razón de su aplicación. Tomemos un vaso de agua y pongamos en él algún cascajo; éste se va desde luego al fondo y allí se queda, aunque agitemos con fuerza el agua. Tapemos el vaso y agitemos su contenido de arriba abajo para que el agua y el cascajo se mezclen completamente; tan pronto como dejemos de hacerlo y coloquemos otra vez el vaso sobre la mesa, el cascajo caerá y formará en el fondo una capa. Ésta se llama *sedimento de cascajo*.

48. En vez de cascajo pongamos arena en el agua y agitamos el vaso como antes; mezclaremos las dos sustancias tan completamente que por algunos momentos después de dejar el vaso en la mesa, el agua parecerá enteramente sucia; á los pocos minutos la arena habrá bajado toda al fondo formando una capa debajo del agua, y esta capa es un *sedimento de arena*.

49. Tomemos limo ó arcilla, en vez de cascajo y arena, y sacudamos dicha sustancia en el agua hasta mezclarla con ésta completamente. Cuando vuelva á colocarse esta vez el vaso en la mesa, el agua continúa enteramente sucia, y aun algunas horas después todavía está turbia, pero ya vemos una capa que empieza á aparecer en el fondo. Si no se mueve el vaso en mucho tiempo, la capa irá creciendo, hasta que otra vez el agua se ponga clara. En este caso hay *sedimento de limo*.

50. Es, por lo tanto, el sedimento algo que después de haber estado suspendido ó de haber tenido un movimiento en una ú otra dirección, por el agua, se ha sentado por último en el fondo. Cuanto más pesado y grueso va el sedimento, tanto más pronto se hundirá, y por el contrario, cuando es muy fino puede permanecer largo tiempo suspendido en el agua.

51. Las rocas sedimentarias tienen, pues, que ser aquellas que se han formado con sedimentos, y lo mismo que éstos se diferencian unos de otros por su finura, mayor ó menor, se diferenciarán aquellas entre sí.

52. Véanse trozos de tres rocas sedimentarias.

1. Un trozo de *conglomerado* ó *pudinga* (Fig. 4).

2. El trozo de *pedra arenosa* que ya se ha examinado (Fig. 1), y.

3. Un trozo de *esquisto* (Fig. 5).

53. Examínese la primera de estas tres muestras, y se verá que está formada de piedrecillas redondas firmemente amasadas. Separándolas unas de otras

y reuniéndolas luego en un montón, sin que estén pegadas, cualquiera lo creería un montón de cascajo. Evidentemente esta piedra no es otra cosa que un cascajo endurecido como el que puede reco-

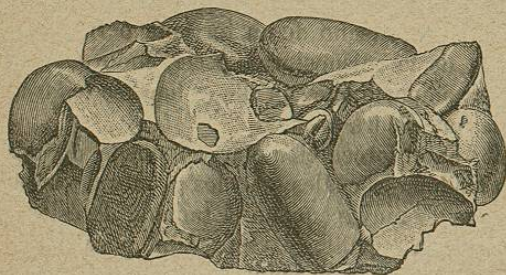


FIG. 4. — Trozo de Conglomerado ó Toba.

gerse en la orilla del mar ó en el lecho de un arroyo. Se le llama algunas veces *pudinga*, nombre tomado del inglés *pudding*, y éste se le ha dado

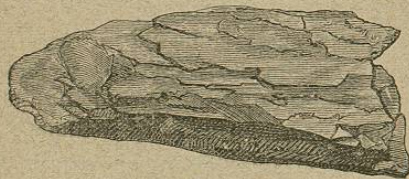


FIG. 5. — Trozo de Esquisto.

porque las piedras se encuentran juntas de una manera que se parece á la fruta en un *plum-pudding* (pastel de pasas).

54. Tómese otra vez el trozo de *pedra arenosa* para examinarla de nuevo, y en seguida se verá

que está formada de granos iguales á los que pueden encontrarse en cualquier parte. No hay más que ésto; la piedra arenosa se compone única y exclusivamente de arena pegada con tanta firmeza como para formar una piedra. Si en la orilla del mar, ó en el lecho de un torrente ó río, se recoge arena de la mismísima especie, endureciendo una masa compacta que con ella se haga se tendrá fabricada una piedra arenosa.

55. En el tercer ejemplar no puede distinguirse tan fácilmente cuáles sean los granos de la piedra, porque es muy pequeño el tamaño de éstos; pero tómese un cuchillo y rásese un poco el extremo de la piedra y en el polvo que se saque derrámese unas gotas de agua; se formará una especie de pasta; colóquese ésta en un vaso de agua y agítese luego dando vueltas. Inmediatamente se ensuciará el agua y así permanecerá por algún tiempo; déjese el vaso quieto durante algunas horas y se verá que el agua se aclara otra vez, que lo que se puso en forma de pasta sucia se ha ido al fondo del vaso como capa de sedimento y que no es sencillamente más que fango. El esquisto, por lo tanto, no es nada más que una piedra formada de sedimento limoso muy fino, como el conglomerado lo está de sedimento, cascajoso grueso.

56. Por consiguiente las palabras Rocas Sedimentarias son muy expresivas, por cuanto incluyen piedras formadas de todas clases de sedimento, más ó menos grueso.

Fijese otra vez la vista en cualquiera de los tres trozos y se verá que en ellos tenemos dos cosas que

encontrar: primera, ¿cómo se hizo el sedimento de que están formadas las piedras? y segunda, ¿cómo llegó el mismo á reunirse y endurecerse para formar una piedra sólida?

II. Cómo se forman el cascajo, la arena y el limo.

57. Ya se ha dado el primer paso en el estudio de las rocas sedimentarias, y se sabe que están formadas de sedimento, por ejemplo, de cascajo, arena y limo. Lo que hay que averiguar en seguida es de donde vino este sedimento y cómo se formó. Si esto se consigue se sabrá evidentemente mucho más sobre la historia de estas rocas; y aquí, como en todas estas materias, la pregunta que uno debe hacerse á sí mismo, desde el mismo principio, es la siguiente: ¿Está sucediendo hoy ó en estos días algo que pudiera explicar lo que estamos buscando? Formando como punto de partida la observación de lo que ocurre en nuestro tiempo actual, se puede entender mucho mejor lo que hace largo tiempo se ha hecho. ¿Cómo, pues, se forman ahora, delante de nosotros, el cascajo, la arena y el limo?

58. Fijando un poco la atención se verá que la diferencia entre el cascajo y la arena es únicamente de finura. En el cascajo las piedras son grandes y en la arena simples granos. Para hacer esto más claro, colóquese un poco de arena en el campo de un cristal de aumento de mucha fuerza, á través del cual se verán los granos mucho mayores de lo que en realidad son, y tan grandes, que verdaderamente más tendrán el aspecto de guijarros que de granos

de arena. Puede, pues, verse que cada grano es una piedra gastada, redondeada, algunas veces con estrías y cavidades pequeñas en sus costados, precisamente como las que tiene cualquier guijarro que pueda tomarse al azar en un montón de cascajo. Cuanto más tiempo se detenga uno á mirar la arena de esta manera, mayor seguridad adquiere de que, después de todo, la arena y el cascajo son dos estados diferentes de la misma cosa, solamente por ser en el uno más gruesa que en el otro.

59. Si se registrase en las costas del mar ó en las orillas de un río, se podrá sin mucha dificultad demostrar de otro modo que la arena y el cascajo solamente se diferencian entre sí en el tamaño de sus granos. Pueden recogerse puñados de arena fina, luego de otra de grano un poco más grueso, y así gradualmente hasta llegar á un verdadero cascajo, con piedras redondeadas de todos tamaños, desde méras guijas pequeñas hasta pedazos como la cabeza humana. ¿Cómo se rompieron todos estos fragmentos, los grandes y los pequeños, y cómo se molieron, se redondearon y se amontonaron donde hoy los vemos?

60. Subamos á las montañas y observemos lo que allí sucede al empezar á correr los arroyos. Cuando las rocas son duras y fuertes, se destacan de las colinas formando peñascos y riscos, por entre los cuales bajan haciendo giros los arroyuelos de prominencia en prominencia, antes de unirse en arroyos más grandes en los fondos de los valles. Repárese ahora en esos despeñaderos. Véase cómo están abiertos y gastados por la lluvia y las heladas

Algo se verá de la manera de verificarse ésto en las *Nociones de Geografía Física* (Arts. 126-142; pero ahora hay que considerar algunos resultados de dicho desgaste.

61. Supóngase que para mayor claridad escogemos un peñasco especial donde la roca es de un color vivo—rojo, por ejemplo—y se diferencia en este sentido del resto de los peñascos que le rodean. Se separa atrevidamente del inclinado costado de una montaña y hace tomar un sesgo grande al arroyuelo que desde lejos parece un hilo de plata enmadrándose por las verdes praderas que están á nuestras pies. El peñasco que examinamos ha sido sumamente carcomido en el largo trascurso del tiempo. Las lluvias y heladas de muchos siglos han sacavado en sus costados profundas grietas y hendiduras (*Nociones de Geografía Física*, Art. 142). Éstas, cuando empieza la época de las aguas, se convierten cada una de ellas en canal de espumosa corriente, que se despeña por la vertiente y se lleva todo pedazo suelto de piedra ó tierra que encuentra en su camino.

62. Vamos á encaramarnos con toda precaución por el frente del peñasco para examinar algunas de estas hendiduras abiertas por la escarcha ó barrida por el torrente, y luego á bajar á la base. Toda la vertiente de debajo está sembrada de pedazos del peñasco; algunos de éstos son enormes trozos, pero la mayor parte forman una especie de escombros ordinarios, que van escurriéndose por la vertiente con nosotros, conforme la vamos bajando á largas zanedas, hasta el fondo.

63. Cada una de las profundas grietas que se han abierto en los riscos tiene una larga hilera de esta clase de escombros debajo de ella; y ni un momento puede dudarse de que todo este material despedazado de la vertiente formó realmente en un tiempo parte del mismo peñasco, ó que es el mismo peñasco que se ha caído por el lento desgaste de los costados y fondos de las hendiduras, y que si pudiera recogerse y agruparse de nuevo en los sitios donde primero estuvo, rellenaría todos aquellos despeñaderos.

64. Nos lleva la quebrada á un arroyuelo, cuyo lecho está sembrado de pedazos de nuestro peñasco; bajemos por el arroyo y miremos cuidadosamente su cauce conforme vamos andando. Se distinguirán perfectamente los fragmentos rojos de aquella roca, de las otras piedras grises oscuras, que se han desprendido de los otros riscos que hay á los dos lados. Si se mira fijamente á los pedazos de piedra, aquí y allí esparcidos por la vertiente, se verá que todos ellos son de forma más ó menos angular, es decir, que tienen cantos afilados; pero los del arroyo no son tan bastos ni de tantos filos como los de la desnuda ladera que queda encima. Siguiendo al arroyo colina abajo, miremos al cabo de algún tiempo las piedras que hay en su fondo; ya no se encuentran tantas piedras grandes de la roca roja, y las que se ven están más redondeadas y gastadas, que cerca del despeñadero; se han suavizado y pulido, se han gastado los filos, y muchas de ellas son casi redondas. Todavía haremos otro nuevo alto más abajo, en el valle, para volver á examinar las piedras, y aquí y allí, donde el arroyo ha ido

levantando un banco de cascajo, hallamos que los pedazos de nuestro peñasco rojo han sido tan bien molidos y que ya forman parte de un cascajo común gastado por el agua.

65. De la misma manera y siguiendo bajando el río todavía más, podría verse que el cascajo se hace cada vez más fino hasta terminar en arena; y colocando parte de esta arena bajo un cristal de aumento, se vería que estaba formada en parte de granos más ó menos redondeados de aquella misma piedra roja que se veía en el cascajo, y que se sabía que era procedente del peñasco aquel, que quedaba allá lejos en lo alto de la montaña.

66. Ahora bien ¿cómo es que las piedras se van gastando de esta manera? ¿Por qué cuando están en el fondo de una corriente se van haciendo más pequeñas?

67. Si solamente se observa el arroyo con tiempo hermoso, cuando el agua está baja y la corriente es débil, apenas puede uno hacerse cargo del poder del agua. Vuélvase cuando las fuertes lluvias han llenado hasta el último hoyo de las colinas con un torrente espumoso, y cuando cada arroyuelo viene despeñándose al valle, llenando todo su cauce hasta el borde y aun derramándose por ambos lados. No pueden verse entonces las piedras en el fondo del canal, pero escúchese y se las oirá. Ese zumbido agudo que de vez en cuando sale del agua es causado por las piedras que chocan con otras, al ser arrastradas por la impetuosa agua. Ahí se muelen unas á otras como en un molino. Naturalmente, es de toda necesidad que se les vayan gastando los can-

tos y suavizando los lados, al mismo tiempo que ellas suavizan y pulen las rocas del canal sobre las cuales son lanzadas.

68. Cuando las piedras caen por primera vez ó



Fig. 6. — Piedras desgajadas de un peñascal por las lluvias, heladas, etc., y lanzadas al cauce de un arroyo.

son lanzadas de la colina al arroyo, son como ya se ha visto pedazos angulares (Fig. 6); cuando ya han recorrido alguna parte del arroyo, y han sufrido la moledura de unas pocas avenidas, pier-

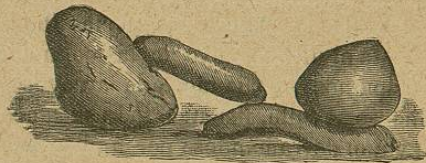


Fig. 7. — Piedras del mismo peñascal después de haber andado rodando en el lecho del arroyo.

den sus angulosidades, y este proceso de suavizarse y pulirse continúa hasta que se redondean más ó menos, y por último presentan el aspecto de cascajo bien gastado (Fig. 7). Una piedra redondeada v

más de prisa y más lejos que una angular, pero al fin se gasta y se convierte en arena (Fig. 8).

69. Así, pues, vemos cómo las piedras van redondeándose al mismo tiempo que se reducen en tamaño; pero no solamente se gastan las unas á las otras, sino que también van labrando los lados y fondo del canal del arroyo. Preciso es, por lo tanto, que se hagan polvo grandes cantidades de piedra (*Nociones de Geografía Física*, Art. 173), y este

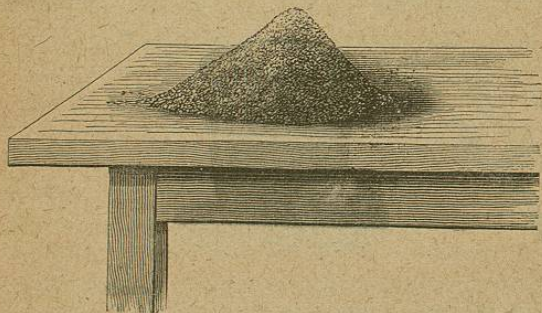


Fig. 8. — Montoncillo de arena, que consiste en pedazos de piedra del mismo peñascal, los cuales han sido más arrastrados y gastados por el cauce del arroyo.

pulverizado material es lo que forma el cascajo, la arena y el limo. En el cauce de cada corriente nunca dejarán de encontrarse con abundancia materias de esta clase, procedentes de la pulverización de las piedras por el agua.

70. Las partículas más finas, que con más facilidad son movidas, viajan mucho más que los fragmento más gruesos. Por ésto, mientras que el cascajo y la arena gruesa van arrastrándose por el

fondo, la arena fina y el limo quedan suspendidos en el agua que se mueve y pueden ser llevados por ella muchas millas antes de que se hundan poco á poco al fondo para formar allí un depósito de fango ó arcilla (Fig. 9).

71. En todo ésto se verá que mientras que los arroyos en las partes más elevadas de un país pueden tener sus canales interrumpidos por grandes moles de roca y cantidades de pedazos de la misma, grandes, afilados y angulares, todas estas materias

BIBLIOTECA UNIV.
"ALFONSO REYES"
Apda. 1625 MONTERREY, MEXICO



Fig. 9. — Vase de agua sacada del mismo arroyo estando crecido, para demostrar cómo las partículas más finas sacadas de las mismas piedras, se sientan en el fondo como una capa de fango.

se van gastando por grados, y llega á las tierras bajas del mar, sólo como arena fina y fango. Como los arroyos están siempre corriendo, están también transportando siempre los materiales gastados de las colinas; pero con igual rapidez se desmoronan las colinas y proveen de nuevos materiales á los arroyos, de manera que la cantidad de cascajo y arena que cada año muelen las corrientes de agua relativamente pequeñas de este país, tienen que ser enormemente grandes. (*Nociones de Geografía Física*, Arts. 170-182.)

72. Ahora podemos volver á nuestro peñasco de roca roja con nuevo interés. Cada grieta y hendidura que se ha abierto en sus lados, es testimonio del desmoronamiento general que sufre la superficie de la tierra. Podemos seguir sus animados trozos y desperdicios por el arroyo de debajo, observar cómo allí son molidos, y seguirlos hasta que en forma de fango y limo delgados sus restos se abran camino, por último, á las más distantes llanuras y de allí al fondo del océano.

73. Pero no es solamente en los lechos de los arroyos y ríos, donde pueden observarse cómo las rocas más duras se muelen y convierten en cascajo y arena. Mírese cualquiera de las partes roqueñas de la costa entera de este país, y obsérvense en ellas los efectos de las olas del mar. Si se levanta un peñasco del borde superior de la playa, puede desde luego decirse qué partes están azotadas por las olas y cuáles no. En la parte superior el peñasco está escabroso y abierto, donde solamente la lluvia, las heladas ó los manantiales han producido efecto en él (*Nociones de Geografía Física*, Arts. 137, 138); pero hacia su base las rocas se han suavizado y pulimentado como las que yacen en el fondo de un arroyo de montaña. ¿Qué es lo que ha suavizado la base del peñasco y dejado todas las partes más altas escabrosas y desmoronándose? Las olas lo hicieron.

74. Grandes pedazos del peñasco maltratado por el tiempo se han desprendido y caído á la playa de debajo. Otros están á punto de caerse. Examine los trozos caídos y se verá que generalmente

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEON
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
"ALFONSO REYES"

11194

sólo aquellos que están en la base del peñasco, y que todavía no han sido movidos por las olas, tienen todavía cantos angulosos. Un poco más abajo manifiestan los trozos señales de haberse chocado unos con otros, y la mayor parte de la playa está tapizada de piedras de todos tamaños, bien redondeadas y pulimentadas.

75. En un día de calma cuando sólo unas rizadas olas pequeñas vienen á la playa, no se puede juzgar con facilidad lo que realmente hace el mar en punto á desmenuzar la playa y las bases de los peñascos, de igual manera que no podría formarse una idea propia del trabajo de un arroyo, solamente viéndolo deslizarse perezosamente por su cauce en una estación de sequía: pero si nos colocamos cerca de un peñasco en una tempestad, no será necesaria más explicación tocante al poder de las olas para desbaratar las rocas más duras. Cada enorme ola que viene rodando espumosa á la playa, levanta las piedras que hay en ella y las arroja contra la base del peñasco donde se deshace en mil direcciones. Cuando se retira el agua verde hirviendo para dejar paso á la ola inmediata, se puede oír, acaso á millas de distancia, el sordo mugido del cascajo al aplastarse y molerse mutuamente las piedras que van arrastradas á la playa, para ser de nuevo recogidas y lanzadas una vez más á la base del peñasco. No podría concebirse molino más potente para pulverizar rocas y convertir sus fragmentos en cascajo y arena bien desmenuzados (*Nociones de Geografía Física*, Arts. 230-232). De la misma manera que en el canal de cualquier corriente de agua, se en-

cuentran en las orillas de todos los mares fragmentos de las rocas del país, en todos los estados de destrucción, desde el gran trozo angular hasta la arena y el fango más finos.

76. Por consiguiente, puede contestarse aquella pregunta, ¿ cómo se formaron la arena y el cascajo? diciendo: La arena y el cascajo son parte del material desprendido de la superficie de la tierra, y molido en el agua que se mueve. Los materiales así suavizados se dice que están gastados por el agua; pero ya se verá que no es el agua la que por sí sola los gasta; el hecho es que ellos mismos se gastan y todo lo que el agua hace es tenerlos en movimiento y moliéndose los unos contra los otros.

III. Cómo el cascajo, la arena y el limo se convierten en rocas sedimentarias.

77. Hemos adelantado ya lo bastante para poder entender de dónde proceden las materias que componen las rocas sedimentarias; pero queda la otra pregunta, á saber: ¿ cómo se reúnen estas materias y se endurecen hasta formar una piedra sólida? Del mismo modo que antes, tenemos que encontrar la respuesta á tales preguntas en aquello que vemos alrededor nuestro. Volvamos á los arroyos, ríos y mar, y conseguiremos una explicación clara de este nuevo punto.

78. Corre el agua más á prisa por una pendiente inclinada que por una suave. Es sabido que cuando se levanta por un lado una bandeja, el agua que en ella se derrame corre al otro lado, tanto más ligera cuanto mayor sea la inclinación dada.