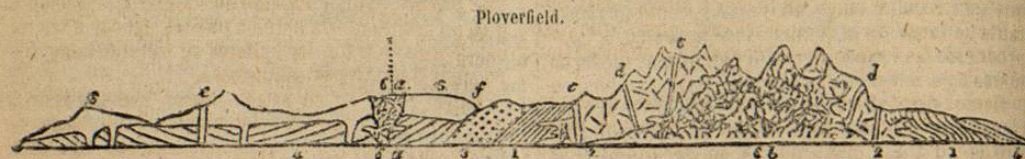


Si se admite que las rocas sólidas hipógenas, estratificadas ó no, hayan sido en tales casos impelidas de manera que hayan atravesado los depósitos sedimentarios, se explicaran varios fenómenos geológicos que de otro modo hubieran sido inexplicables. Así, por ejemplo, en Weinbohl y Hohnstein, cerca de Meissen en Sajonia, se ha indicado una masa de granito que cubre capas de los períodos Cretáceos y Oolítico en un espacio de 90 á 120 metros cuadrados. Resulta claramente de una Memoria del doctor Colla, sobre este asunto, que el granito ha salido en estado sólido. No existen venas en el punto de union; no se observa, tampoco, alteracion producida por el calor; pero sí

indicios evidentes de una accion de fraccionamiento y de trituracion, y en algunos puntos se reconoce una brecha en la cual pedazos de granito estan mezclados con fragmentos de rocas secundarias.

EDAD RELATIVA DE LOS GRANITOS DE ARRAN. En esta isla, la mas considerable del Firth de Clyde, y que mide 32 quilómetros de longitud del Norte al Sur, las cuatro grandes clases de rocas, Fosilíferas, Volcánicas, Plutónicas y Metamórficas, estan desarrolladas en un grado notable, en una superficie comparativamente reducida, pero con sus caracteres particulares bien marcados. En el Norte, el granito llega á una altura de 900 metros sobre el nivel del mar, y termina



1. Esquistos Metamórficos ó Hipógenos, los mas antiguamente formados de Arran.  
2. Granito de gruesos elementos, que dirige venas al través de los esquistos n.º 1.  
3. Viejo Gres rojo y conglomerato que contiene cantos rodados, exclusivamente derivados de las rocas n.º 1, sin mezcla alguna de fragmentos graníticos.

4. Capas carboníferas y Gres rojo.  
5. Trapp en superposicion y en diques (c, d, e), que pasa á veces á las sienitas de la clase de las rocas plutónicas.  
6. a. Granito de granos pequeños, asociado al trapp subyacente número 5.  
6. b. Granito igualmente de granos finos, ramificándose en el granito mas antiguo n.º 2, y cortando los diques trapeanos c, d.

en forma de picos. Los lados de la montaña estan ocupados por esquistos cloríticos, pizarras regulares, azules, y otras rocas del orden de las metamórficas (número 1), al través de las cuales el granito (número 2) envía venas. Este granito, es, pues, mas nuevo que los esquistos hipógenos (número 1), que él penetra.

Los esquistos estan muy inclinados; se les ve coronados de conglomeratos y gres (número 3), que se pueden referir á la formacion del Antiguo Gres Rojo, y á los que suceden diferentes esquistos y calizas fosilíferas (número 4), del período Carbonífero; encima vienen otras rocas de gres y conglomerato (parte superior del número 4), en el seno de los cuales no se han encontrado todavía fósiles, y que se sospecha pertenecer al Nuevo Gres Rojo. Todas las formaciones anteriores estan atravesadas por rocas volcánicas (número 5), que consisten en greenstone, basalto, pechstein, argilofiro y otras variedades. Estas rocas se presentan ya bajo la forma de diques, ya en la de masas de 15 á 215 metros de espesor, cubriendo las capas (número 4). Pasan algunas veces á una sienita tan cristalina, que se la creeria de produccion plutónica, y, en una localidad particular, en Ploverfield, en Glen Cloy, un granito de grano fino (6, a), se encuentra asociado á la formacion de trapp, y proyecta venas al través del gres ó los lechos superiores del número 4. Este descubrimiento interesante del granito en la region Sur de Arran, en un punto donde está separado de la masa septentrional de la misma roca por un inmenso espesor de capas secundarias y de trapps subyacentes, se debe á Necker de Ginebra, y data del viaje de este sabio á Arran en 1839. Sabemos tambien por las últimas investigaciones del profesor Ramsay, que un granito semejante de grano fino (número 6, b), existe en el interior del distrito granítico septentrional del cual forma el núcleo, enviando venas al granito de elementos gruesos mas antiguo (número 2). Los diques de trapp que penetran esta última masa, estan cortados bruscamente, segun Ramsay, en su union con la roca de grano mas fino.

No es improbable que el granito (número 6, b), sea de la misma edad que el de Ploverfield (número 6, a), y este á su vez podria muy bien pertenecer á la misma época geológica que las formaciones de trapp (número 5). Si debe haber diferencia de fecha, el granito

de grano fino es el que parece mas moderno que las rocas trapeanas. Pero por otra parte, el granito de elementos gruesos (número 2), seria quizá la roca mas antigua de Arran, exceptuando los esquistos hipógenos (número 1), al través de los cuales envía ramificaciones.

Quizá se opondrá á esta opinion la circunstancia curiosa y verdaderamente notable á que el doctor Mac-Culloch ha dado gran importancia, á saber: que no se encuentra piedra alguna de granito en los conglomeratos del Antiguo Gres Rojo de Arran, aunque estos midan algunos centenares de metros de espesor y existan al pié de altas montañas graníticas. Como regla general, todos estos agregados de guijarros y arena estan principalmente compuestos de fragmentos de rocas preexistentes que se encuentran en su inmediacion, la ausencia total de guijarros graníticos ha sorprendido con razon á los geólogos que han visitado sucesivamente la isla de Arran y la han explorado con cuidado. Las porciones redondeadas del conglomerato consisten exclusivamente en cuarzo, clorito-esquisto, y otros miembros de la serie metamórfica; ni aun en los conglomeratos mas modernos (del número 1), se ha encontrado todavía fragmento alguno granítico. ¿Podemos suponernos autorizados para asegurar que el granito de elementos gruesos (número 2), asi como la variedad de grano pequeño de la roca análoga (número 6, a), son mas modernos que todas las otras masas de la isla? No lo creemos por lo menos hasta el presente; pero se puede admitir con confianza que cuando se formaron los diversos lechos de gres y conglomerato, ningun granito se presentaba todavía en la superficie ni habia sido puesto á descubierto por la desnudacion en la isla de Arran. Es claro que los esquistos cristalinos habian ya tomado fondo en arena y guijo donde se depositaron los estratos (número 3); pero en aquella época, las olas no habian ejercido aun su accion sobre el granito que hoy presenta ramificaciones que penetran en el esquisto. Debemos deducir que los esquistos han sufrido la desnudacion antes de haber sido invadidos por el granito? Esta hipótesis que no es inadmisibile, no es sin embargo de una certidumbre absoluta. En efecto, en la época en que se depositó el Antiguo Gres Rojo, las capas metamórficas constituian ya sin duda islas en el mar, y contra

estas islas chocaron las rompientes ó en su superficie, na. La roca plutónica ó granito (B), habrá sido, quizá corrieron torrentes y rios que arrastraron guijo y arena en un principio, inyectada á cierto nivel por debajo,



pero la desnudacion no la ha puesto nunca su superficie en descubierto.

En cuanto á la época y al modo de protrusion del granito de granos gruesos (número 2.), se puede decir que esta roca ha salido en masa en forma sólida durante la larga serie de operaciones ígneas que han producido las formaciones trapeanas y plutónicas (números 5, 6 a y 6 b).

Hemos demostrado que estas erupciones, cualquiera que sea su fecha, han acaecido despues del depósito de todas las capas fosilíferas de Arran. Es evidente tambien que posteriormente á las rocas graníticas y trapeanas sobrevino la gran desnudacion acuosa que estas rocas sufrieron probablemente en el momento de salir del Océano: el hecho está probado por la terminacion escarpada de muchos diques, tales como c, d, e, los cuales estan cortados á flor de la superficie del granito y del trapp. El trapp sobrepuesto termina asimismo bruscamente al acercarse á los limites de la vasta region hipógena, por un corte marcado que mira á f. Cuando esta roca, en un principio, corrió en estado líquido, no debió detenerse tan bruscamente, sino continuar hasta llenar la depression que hoy la separa de las rocas hipógenas á lo menos si esta depression existió entonces. La necesidad de suponer que á un mismo tiempo el trapp y el conglomerato se hayan extendido en otro tiempo mas lejos, y que algunas veces, tales como c d, hayan llegado á una altura mucho mayor, nos conduce á pensar que la totalidad del granito septentrional estuvo en cierta época cubierto por formaciones mas modernas, bajo cuya presion adquirió su tesura eminentemente cristalina.

La teoria de la protrusion en forma sólida del núcleo septentrional de granito, recibe su confirmacion de la manera como los esquistos (número 1) y los lechos de conglomerato (número 3) bajan hácia todos lados. En algunos puntos á la verdad, los esquistos se inclinan hácia el granito, pero podia esperarse esta excepcion, porque las capas hipógenas han sufrido dislocaciones en mas de una época geológica, y en algunos casos al menos han ocupado quizá al tiempo de salir una posicion inversa. Por consiguiente la gran inclinacion y la bajada en todos sentidos de los lechos alrededor de los bordes de la eminencia granítica, y despues la horizontalidad comparativa de las capas fosilíferas de la porcion meridional de la isla, son hechos perfectamente de acuerdo con la hipótesis de enormes movimienos en el punto en que se supone que el granito ha salido en masa sólida, y donde puede comprenderse que se ha desarrollado lateralmente por la inyeccion reiterada de nuevas materias fundidas.

## CAPITULO XXXV.

### ROCAS METAMÓRFICAS.

HASTA el presente hemos estudiado tres clases distintas de rocas, acuosas ó fosilíferas, volcánicas, plutónicas ó graníticas, réstanos al presente para terminar, examinar aquellas capas cristalinas (hipógenas) á que se ha dado el nombre de metamórficas. Esta

última expresion, como hemos dicho en otro lugar, implica la hipótesis de que las capas, despues de haberse depositado en el fondo de las aguas, habrian adquirido bajo la influencia del calor y otras causas, una testura eminentemente cristalina. Los geólogos que no admiten esta opinion pueden aplicar á las rocas de que se trata, los epítetos de estratificadas, hipógenas ó hipógenas esquistosas.

Estas rocas en su estado mejor caracterizado y mas normal, estan completamente desprovistas de restos orgánicos, no contienen, tampoco ningunas porciones distintas de otras rocas, redondeadas ó angulosa. Algunas veces se les observa en puntos aislados, en el centro de cadenas montañosas estrechas, pero en otros casos, se extienden en anchas superficies, ocupando por ejemplo casi la totalidad de la Suecia y de la Noruega, donde lo mismo que en el Brasil, se manifiestan en bajos y altos niveles. En la Gran-Bretaña los miembros de la serie que se aproximan mas al granito por su composicion (tales son los gneiss, micasquisto, esquisto anfibólito) se encuentran limitados á la comarca Norte de los rios Forth y Clyde.

Por cristalinas que estas rocas puedan ser en ciertos paises, no envian jamás como el granito y el trapp venas al seno de las formaciones contiguas, bien sean estas formaciones de esquisto antiguo ó de granito, ó bien un grupo de capas fosilíferas mas modernas.

Se ha intentado repetidas veces señalar un orden general de sucesion ó de superposicion á los miembros de esta familia; se ha supuesto, por ejemplo, que el esquisto arcilloso ocupaba invariablemente un nivel superior al micasquisto y que este se hallaba siempre sobrepuesto al gneiss. Pero aun cuando este orden sea en realidad el mas constante, en algunas regiones aisladas se halla lejos de ser universal. Por lo demás nos remitimos en este punto al capítulo XXXVII en que van expuestas las relaciones cronológicas de las rocas metamórficas.

Los principales miembros de la serie metamórfica son los siguientes; gneiss, micasquisto, esquisto anfibólico, esquisto arcilloso, clorito-esquisto, caliza hipógena ó metamórfica y varias clases de cuarzo ó cuarzitas.

GNEISS. Puede decirse que esta roca es un granito estratificado, ó para los que no adoptarian esta última expresion, un granito hojoso; está formado de los mismos materiales que el granito; de feldspato, cuarzo y mica. En el ejemplar que representa la figura 559, las fajas blancas son casi exclusivamente feldspato laminoso entremezclado con escamas de mica y partículas de cuarzo. Las fajas negras estan compuestas de cuarzo gris y de mica negra con partículas accidentales de feldspato. La roca se divide mas fácilmente siguiendo las fajas negras, cuya superficie expuesta á la luz brilla por hallarse cubierta de pajillas de mica. El cuarzo que acompaña á estas fajas excede sin embargo en mucho en el mineral foliáceo; pero la exfoliacion mas fácil es determinada por la cantidad de este último mineral.

En lugar de separarse así en láminas delgadas, el gneiss se divide algunas veces en fajas mas gruesas

BIBLIOTECA CENTRAL

D. A. N. L.

en las cuales la mica no es mas que ligeramente paralela á los planos de estratificación.

Sin embargo, la palabra *gneiss* en geología tiene generalmente un sentido mas lato y sirve para designar una formación en que domina la roca propiamente designada con este nombre, pero con la cual se encuentran tambien en lechos alternados otras rocas metamórficas y mas especialmente esquisto anfibólico. Entonces se consideran los demás miembros de la serie metamórfica como subordinados al verdadero *gneiss*.

El lector preve ya cuáles pueden ser las diferentes variedades de rocas afines del *gneiss* en que el feldspato entrará como elemento esencial; para esto le bastará recordar lo que se ha dicho del granito. Por ejemplo, añadiendo la hornblenda á la mica, cuarzo y feldspato, se tendrá un *gneiss sienítico*, ó bien si á la mica se sustituye el talco, se obtendrá un *gneiss talcoso*, roca compuesta de feldspato, cuarzo y talco, en cristales distintos ó en partículas simplemente cristalinas (protogina estratificada de los franceses).

**ESQUISTO ANFIBÓLICO.** Es ordinariamente negro y está compuesto simplemente de hornblenda (anfíbol) con proporciones variables de feldspato y algunas veces de partículas de cuarzo. Cuando la hornblenda y el feldspato se hallan en cantidades sensiblemente iguales, y la roca es esquistosa, esta corresponde por sus caracteres á los *greenstones* de la familia de los *trapps*, entonces se la ha llamado *Greenstone primitivo*. Tambien se le puede llamar *Roca de Hornblenda*. Ciertas masas que contienen tambien hornblenda son probablemente rocas volcánicas que se han vuelto despues de algun tiempo mas cristalinas ó metamórficas.

**MICASQUISTO ó ESQUISTO MICÁCEO.** Esta roca se aproxima al *gneiss*, y constituye una de las mas abundantes de la serie metamórfica. Es esquistosa y se compone esencialmente de mica y de cuarzo pareciendo algunas veces que la mica forma la masa total. Lechos de cuarzo puro se encuentran en ella accidentalmente. En ciertos distritos entran en la masa como parte integrante granates en forma de dodecaedros regulares. El micasquisto pasa por gradaciones insensibles al esquisto arcilloso.

**ESQUISTO ARCILLOSO.** Puede parecerse mucho á una arcilla endurecida y en la mayor parte de los casos es sumamente foliáceo y ofrece buenas piedras para cubrir los tejados. A veces posee un lustre brillante y sedoso debido á las pajitas de mica ó de talco que contiene. Su color varia del verdoso al gris azulado ó gris de plomo, y se debe decir de este esquisto mas que de ningun otro, que pertenece en comun á las series metamórfica y fosilifera, porque esquistos arcillosos tomados en cada una de estas divisiones, no se distinguirían unos de otros solo por los caracteres mineralógicos.

**CUARZITA ó ROCA DE CUARZO.** Es una agregación de partículas de cuarzo ya sea en forma de pequeños cristales, ya mas comunmente en la de cuerpos redondeados dispuesto el todo en capas regulares asociadas al *gneiss* y otras rocas metamórficas. El cuarzo compacto, el que se encuentra tan frecuentemente en venas, existe tambien asociado á la cuarzita granosa. Las dos variedades alternan con el micasquisto ó el *gneiss*; á veces sucede que pasan á estas rocas por adición de mica ó de feldspato y mica.

**CLORITO-ESQUISTO.** Es una roca esquistosa, verde, en que abunda sobre todo la clorita en pajillas muy finas ordinariamente mezcladas con partículas pequeñas de cuarzo ó algunas veces de feldspato y mica; suele estar asociada al *gneiss* y al esquisto arcilloso con los cuales se la ve fundirse en algunos casos.

**CALIZA CRISTALINA ó METAMÓRFICA.** Esta roca hipógena que los geólogos mas antiguos han llamado *Caliza Primaria*, se manifiesta en algunas circunstancias

bajo la forma de un mármol blanco, cristalino y granujiento, que se explota para la escultura y para la ornamentación arquitectónica sobre todo si está en masas bastante considerables; pero mas frecuentemente se la encuentra en lechos delgados como las hojas de un esquisto, y se asemeja mucho, por el color y el aspecto exterior, á ciertas variedades de *gneiss* y de micasquisto. Cuando alterna con estas últimas rocas, contiene frecuentemente cristales de mica, y accidentalmente, de cuarzo, feldspato, hornblenda, talco, clorita, granate y otros minerales. Rara vez se la observa en los distritos hipógenos de Noruega, de Suecia y de Escocia; pero está mas extensamente desarrollada en los Alpes.

Antes de entregarnos á consideraciones relativas al origen probable de las rocas metamórficas, daremos primeramente, bajo forma de glosario, cortas explicaciones sobre algunas de las principales variedades de estas rocas: indicaremos sus sinónimos.

*Explicación de los nombres, de los sinónimos y de la composición de las rocas metamórficas mas abundantes.*

**AMPELITA.** Esquisto aluminoso (Brongniart); se encuentra á la vez en la serie metamórfica y la serie fosilifera.

**ANFIBOLITA.** Roca de hornblenda (Véase esta roca).

**ARKOSA.** Nombre dado por Brongniart á un compuesto de los mismos minerales que el granito; la arkosa, en efecto, se parece mucho á esta última roca. Se la encuentra en la union del granito y de formaciones de diferentes edades; consiste en cristales de feldspato, de cuarzo y algunas veces de mica; estos minerales despues de haber sido en un principio desagregados por una acción posterior á una primera consolidación, han sido reunidos de nuevo por un cemento silíceo ó cuarzos. La Arkosa está muchas veces atravesada por venas de cuarzo.

**CALIZA HIPÓGENA** (Véase su descripción).

**CALIZA PRIMARIA ó CALIZA HIPÓGENA.** (La misma que la anterior). Véase tambien su descripción.

**CLORITO-ESQUISTO (ó Esquisto-clorítico).** Roca esquistosa, verde que contiene abundantemente clorita, mineral escamoso verde.

**CUARZITA ó ROCA DE CUARZO.** Roca estratificada; agregado de granos de cuarzo.

**EURITA.** Ya la hemos mencionado como roca plutónica, pero se encuentra tambien, y con una composición absolutamente idéntica, en lechos subordinados á los *gneiss* ó á los micasquistos.

**FILLADA.** D'Aubuisson da este nombre al esquisto arcilloso, de la palabra *φύλλα* que significa masas de hojas.

**GNEISS.** Roca estratificada ú hojosa; de la misma composición que el granito.

**GNEISS DE HORNBLENDA ó SIENÍTICO.** Compuesto de feldspato, cuarzo y hornblenda.

**GNEISS TALCOSO.** La misma composición que el granito talcoso ó protogina, pero no estratificado ú hojoso.

**GRANITO TALCOSO.** Véase Protogina.

**MARMOL.** Véase su descripción en el capítulo II y en el presente.

**MICASQUISTO ó ESQUISTO MICÁCEO.** Roca esquistosa compuesta de mica y de cuarzo en proporciones variables.

**PROTOGINA.** Véase *Gneiss talcoso*; cuando la roca no está estratificada es un granito talcoso.

**ROCA DE HORNBLENDA ó ANFIBOLITA.** Miembro á la vez de la serie metamórfica y de la serie volcánica. Composición del esquisto de hornblenda; pero la anfíbolita no es divisible en hojas.

**ROCA DE CUARZO ó CUARZITA.** Véase este último nombre.

**ESQUISTO ACTINOLÍTICO.** Roca esquistosa, hojosa, compuesta principalmente de actinolita; mineral verde-esmeralda afine á la hornblenda con mezcla de granate, cuarzo y mica.

**ESQUISTO DE CHIASTOLITA.** Difiere poco del esquisto arcilloso; pero contiene numerosos cristales de Chiastolita; tiene un espesor considerable en el Cumberland. La Chiastolita está en largos cristales, delgados, romboidales.

**ESQUISTO DE HORNBLENDA.** Compuesta de hornblenda y de feldspato.

**ESQUISTO ARCILLOSO.**

**ESQUISTO CLORÍTICO.** Véase Clorito-esquisto.

**ESQUISTO MICÁCEO ó MICASQUISTO.** Véase este nombre.

**ESQUISTO TALCOSO.** Compuesto principalmente de talco, ó de talco y de cuarzo, ó de talco y feldspato; su testura se parece algunas veces á la del esquisto arcilloso.

**TALSQUISTO.** (Véase la anterior).

#### ORIGEN DE LAS ROCAS METAMÓRFICAS.

Hemos tratado extensamente de las rocas metamórficas; réstanos al presente desarrollar los detalles de su estructura y su historia, y dar al mismo tiempo el resumen de las opiniones que sucesivamente se han emitido sobre su origen probable. Pero ante todo prevenimos al lector, que caminamos aquí sobre un terreno poco seguro, y que bien pronto llegaremos á los límites mas allá de los cuales deben cesar todas las inducciones positivas, y no partir mas que de simples conjeturas. Una hipótesis hubo en otro tiempo muy en boga y aun todavía hoy cuenta partidarios entre algunos geólogos; se supone que la testura cristalina y la ausencia de todo indicio de origen mecánico ó de contenido orgánico en el seno de rocas metamórficas procede de una condición particular que habria presentado el planeta en la época de su formación. Examinaremos en detalles los argumentos que combaten esta hipótesis, cuando manifestemos en el último capítulo de este tratado á cuantas edades diferentes se refieren las formaciones metamórficas, como asimismo han sido producidos el *gneiss*, el micasquisto, el esquisto arcilloso, y la caliza hipógena (la de Carrara, por ejemplo) y esto no solamente á contar desde la primera introducción de los cuerpos orgánicos sobre la tierra, sino aun mucho tiempo despues de la sucesión de alguna de las diferentes razas de plantas y de animales.

La doctrina que se ocupa de las capas cristalinas comprendidas bajo el nombre de metamórficas, debe encontrar lugar inmediatamente aquí; averiguaremos primero si realmente estamos autorizados á dar á estas capas el epíteto de estratificadas, en el sentido de esta palabra, es decir, de rocas depositadas primitivamente en el seno de las aguas bajo forma de sedimento. Este epíteto que los geólogos han adoptado generalmente para designar las rocas metamórficas, indica suficientemente la divisibilidad de estas en lechos muy análogos, al menos en cuanto á la forma, á las capas fosilíferas ordinarias. Por lo demás, la semejanza no esta limitada del todo á la existencia accidental en los dos grupos de rocas de la misma estructura laminar, sino que se extiende á toda especie de disposición en armonía con la ausencia de fósiles, arena, guijarros, ondulaciones y otros caracteres que la teoría metamórfica supone haber sido aniquilados por la acción plutónica. Así se encuentra en el seno de las formaciones cristalinas, lo mismo que en las formaciones fosilíferas, una alternativa de lechos que varían mucho por la composición, el color y el espesor. El *gneiss* se encuentra entremezclado con fajas pequeñas de esquisto anfibólico negro, ó de clorito-esquisto verde; ó bien aun de cuarzo granoso ó de caliza; el cambio entre estas diferentes materias pue-

de repetirse un número indefinido de veces. El micasquisto alterna del mismo modo con el clorito-esquisto, ó con lechos de cuarzo puro, ó capas de caliza laminar.

Ya hemos dicho que cerca del contrato inmediato de las venas graníticas y de los diques volcánicos, se observaban alteraciones profundas de la roca, mas especialmente en la inmediación del granito. Será quizá útil añadir aquí otros ejemplos para demostrar que una testura imposible de distinguir de aquella que caracteriza las formaciones metamórficas mas cristalinas, ha transformado capas en otro tiempo fosilíferas.

La estremidad meridional de la Noruega comprende un extenso distrito que ocupa la orilla occidental del Fior de Cristiania, y en esta demarcación, el granito y la sienita atraviesan á espacios las capas fosilíferas, ó bien, lo que es mas habitual envían venas al seno de estas capas, al punto de contacto. Las rocas estratificadas de esta localidad, llenas de conchas y de zoófitos, consisten principalmente en esquistos, calizas y gres; están invariablemente alternadas cerca del granito, por ejemplo en 45 y hasta 365 metros. Los esquistos aluminosos se han endurecido y se han vuelto silíceos; se parecen á veces al jaspe. El endurecimiento de fajas alternadas de un esquisto verde y pardo achocolatado, ha dado lugar á un verdadero jaspe listado; cada matiz reproduce fielmente las líneas primitivas de estratificación. Mas cerca del granito, el esquisto contiene frecuentemente cristales de hornblenda que se ven aun á una distancia de algunos centenares de metros del punto de union; esta hornblenda de color negro se encuentra tan abundante, que geólogos eminentes, que han viajado por la comarca, han tomado la roca por el esquisto anfibólico antiguo subordinado á la gran formación de *gneiss* en Noruega. Frecuentemente tambien aparecen en la masa, entre el granito y el esquisto anfibólico arriba mencionado, pajillas de mica y de feldspato laminar; esta asociación mineral imita ya á un *gneiss*, ya á un micasquisto. Se descubren rara vez fósiles al través de estos esquistos, y los pocos restos que podrian presentar desaparecen á medida que la roca se hace mas cristalina, es decir que se aproxima mas al granito. En algunos puntos, la materia silícea del esquisto se ha convertido en cuarzo cristalino, y cuando se le agrega hornblenda y mica, la roca alterada pierde su estratificación y pasa á una especie de granito. La caliza que, lejos de esta última roca, presenta una estructura terrosa y un color azulado, que muchas veces tambien abunda en corales, se convierte por el contrario, al acercarse á ella en un mármol blanco sacaróideo, algunas veces silíceo; la estructura laminar continúa, en ciertos casos hasta mas de 365 metros del contacto. Los corales estan la mayor parte profundamente alterados en cuanto á su forma, pero sin embargo subsisten algunos bien conservados, aun en el mármol blanco. La caliza y el esquisto endurecido contienen ambos granates bastante frecuentes; se observan en ellos ademas minerales de hierro, de plomo, de cobre y un poco de plata. Las alteraciones existen, ya que el granito atraviese las capas fosilíferas paralelamente á su dirección general ya que las penetre perpendicularmente á esta dirección.

Los esquistos endurecidos y listados de que se ha tratado anteriormente, presentan una íntima semejanza con ciertas arcillas esquistosas del terreno hullifero de Rusel's Hell, cerca de Dudley; en esta localidad el combustible ha ardido bajo tierra durante muchos años. Lechos de arcilla esquistoidea de un espesor considerable, que cubrían la hulla en ignición, han sido calcinados y endurecidos hasta el punto de adquirir una fractura silícea, y las fajas pequeñas se han vuelto alternativamente verdes ó de color rojo de ladrillo.

El granito de Cornwall, tambien envía venas al

través del esquisto arcilloso grosero, llamado por las gentes del país *Kyllas*. El *Kyllas* está convertido en esquisto anfíbólico cerca de su contacto con las venas. El fenómeno se ve muy bien en la union del granito y de la roca en cuestion en *Mont Saint-Michel*, pequeña isla de unos 90 metros de altura, situada en la bahía, á la distancia próximamente de 35 kilómetros de *Penzance*.

El granito mismo de *Dartmoor*, en el *Devonshire* se habria introducido segun *La Beche*, en las pizarras y gres pizarrosos llamados *grawackes*, doblando y torciendo los estratos á su paso y enviando ramificaciones. Por consiguiente algunas de estas rocas esquistosas se habrian vuelto micáceas; otras mas endurecidas habran adquirido los caracteres del micasquisto y del gneiss; el resto, en fin, habra sido transformado en una roca dura, listada y muy cargada de feldspato.

Resulta de las investigaciones de *Duffrenoy* que en los Pirineos orientales existen masas graníticas de edad posterior á las formaciones llamadas lias y creta en este país, y que estas rocas fosilíferas estan muy alteradas en su testura, y muchas veces impregnadas de mineral de hierro en la intermediacion del granito. Asi, en los alrededores de *Saint-Martin* cerca de *Saint-Paul de Fenouillet*, la caliza cretácea se vuelve mas cristalina y sacaroidea á medida que se aproxima al granito y pierde todo indicio de los fósiles que contenia al principio en abundancia; en algunos puntos tambien esta caliza se vuelve dolomítica, y se presenta toda penetrada de venillas de carbonato de hierro, ó salpicada de mineral rojo del mismo metal (hierro oligisto). En *Rancié*, el lias inmediato al granito, no solamente está impregnado de óxido de hierro, sino cargado de piritá, de tremolita, de granate, asi como de un mineral un poco análogo al feldspato, y que se llama *Conzeranita*, segun la localidad en que se encuentra mas especialmente.

Ahora bien, las alteraciones que acabamos de describir como producidas en las rocas por los diques volcánicos y las venas graníticas, prueban incostablemente que la naturaleza posee medios de transformar estratos fosilíferos en capas cristalinas, de determinar en el seno de los lechos un carácter mineral nuevo, semejante, sino completamente idéntico al del gneiss, del micasquisto y de otros miembros estratificados de la serie hipógena. La naturaleza precisa de estas causas de alteraciones que se llaman provisionalmente plutónicas es de las mas oscuras, de las mas dudosas; pero la realidad de los hechos existe, y debemos admitir que la influencia del calor, ha tenido relaciones con la trasmutacion, si por las razones que hemos desenvuelto, se acepta el origen ígneo del granito.

Las experiencias de *Gregorio Wat* que ha fundido diversas rocas en su laboratorio para dejarlas en seguida solidificarse por un enfriamiento lento, prueban de una manera perentoria que una masa mineral puede muy bien, sin haber experimentado una fusion completa, tomar una nueva disposicion molecular, y adquirir una cristalización parcial. Es pues fácil comprender que todo indicio de conchas y demás restos orgánicos desaparezcan, y que se verifiquen nuevas combinaciones químicas, sin suponer la masa inyectada en un grado de fusion que borre toda línea de estratificación.

No debe creerse sin embargo que el calor obrando sobre una masa pétreo, al aire libre, sea todo lo que pueda suministrar la causa plutónica; no ignoramos que los volcanes en erupcion arrojan no solamente lava fluida, sino tambien vapor y gases cálidos que se escapan del cráter en torbellinos enormes, y esto, durante dias, semanas, y aun años sin interrupcion, el vapor y los gases continúan desprendiéndose de la lava durante su consolidacion. Por consiguiente,

cuando las materias componentes del granito llegan á ponerse en contacto de los estratos fosilíferos, en las entrañas de la tierra, siendo la presion á tales profundidades verdaderamente prodigiosa, los fluidos acríformes no pueden escaparse; pero llegando á las rocas pasan al través de sus poros, mas fácilmente que lo haria el agua misma. Estos fluidos, tales como el hidrógeno sulfurado, ácido hidro-clórico y ácido carbónico, salen en seguida, en diferentes puntos, de las hendiduras de la roca que han decolorado y corroido, ablandado ó endurecido. Cuando las capas están húmedas, los gases penetran mas fácilmente al través de la masa; porque segun las experiencias de *Henri*, el agua, bajo una presion hidrostática de 29 metros absorbe tres veces mas ácido carbónico, que bajo la presion ordinaria de la atmósfera. Aunque este poder de absorcion deba disminuir en razon de la temperatura creciente de las bajas regiones de la tierra, el profesor *Bischoff* ha demostrado que el calor no aumenta en una proporcion que sea capaz de neutralizar el efecto del crecimiento de presion. Por lo demás, otros gases que el ácido carbónico, son absorbidos por el agua y con tanta mayor facilidad cuanto mayor es la presion. Se consideran pues hoy las rocas mas compactas que no han sido expuestas al aire ni desecadas, como verdaderas esponjas para la absorcion, y casi siempre estan muy impregnadas de agua. Se comprende asi, cómo gases á una temperatura elevada y llegando al contacto de esta roca á grandes profundidades, se transmiten fácilmente al través de sus poros. Aunque la materia gaseosa absorbida en un principio no tarda en condensarse y en ceder su calórico, sin embargo la sucesion muy larga y continua de las emisiones que vienen de abajo, acaba por elevar la temperatura misma del agua y la de la roca que la contiene.

*Fournet* ha demostrado en su descripcion del guiss metalífero de las cercanías de *Clermont* en *Auvernia*, que todas las hendiduras de la roca estan completamente llenas de gas ácido carbónico libre; el gas sale abundantemente del suelo, en aquel punto y en otros varios de la comarca inmediata. Los elementos del guiss todos á excepcion del cuarzo, se han vuelto terrosos, y nuevas combinaciones del ácido con la cal, el hierro y la magnesia se forman continuamente.

Las *Estufas* de *San-Calogero*, en la mayor de las islas *Lipari*, nos presentan otro ejemplo de la accion ígnea subterránea. En esta localidad segun la descripcion que de ella ha publicado *Hoffman*, se ven en cerca de 6 kilómetros á lo largo de la costa, capas horizontales de toba que forman quebradas de mas de 60 metros de altura, decoloradas en diversos puntos ó muy alteradas por los vapores. Arcillas de color oscuro se han vuelto amarillas y á veces blancas como la nieve, ó bien han adquirido una estructura abigarrada ó brechiforme, atravesadas como estan por listas ferruginosas rojas. En algunos puntos los productos de las fumarolas han ofrecido al analisis sublimados de óxido de hierro; pero parece asimismo que de las exhalaciones volcánicas han resultado venas de *calcedonia*, de *ópalo* y de yeso fibroso.

El lector podrá consultar tambien ventajosamente la descripcion que *Viret* ha hecho de la corrosion de rocas duras, síliceas y jaspoideas en los alrededores de *Corinto*, corrosion ejercida por la accion prolongada de gases subterráneos; leerá igualmente con interés los detalles dados por el doctor *Daubeny* sobre la descomposicion que las rocas traquíticas, en la solfatará cerca de *Nápoles*, han sufrido bajo la influencia de los gases hidrógeno sulfurado y ácido hidroclórico.

Aunque estos diversos ejemplos no nos manifiesten sin los rasgos superficiales, no es menos claro que los fluidos gaseosos han debido atravesar todo el espesor de las rocas porosas ó enduradas que separaban sus reservorios subterráneos del aire exterior. La po-

tencia total de la costa terrestre, que los vapores han penetrado ó estan en via de penetrar, puede llegar hasta algunos miles de metros, y la accion ígnea modificante, de estos vapores, extenderse al través de la totalidad de esta masa sólida.

Sabemos segun las investigaciones del doctor *Bischoff*, que en *Aix-la-Chapelle*, el vapor de un manantial caliente cuya temperatura no es, sin embargo, mas que de 133 á 167 grados F., ha convertido la superficie de ciertos peñascos de mármol negro en una masa pastosa. Este sabio cree, pues, que el vapor en el seno de la tierra, gozando de una temperatura igual y aun superior á la del punto de fusion de la lava, y poseyendo una elasticidad de que la misma holla de *Papin* no podria dar sino una idea muy corta, debe transformar las rocas en materia líquida.

Las observaciones anteriores respoden de antemano á ciertas objeciones especiosas que se han hecho contra la teoría del metamorfismo: se ha invocado para las rocas su débil poder conductor del calórico; en realidad, las masas petrosas, una vez desecadas al aire, se diferencian mucho bajo este aspecto de los metales. Se ha preguntado, pues, en qué consiste que cambios que no podian extenderse sino á algunos decímetros del contacto de un dique, habian sin embargo, penetrado al través de las masas montañosas de capas cristalinas que miden varios kilómetros de potencia. Hemos hecho ver que la influencia plutónica de la sienita en *Noruega* se habia ejercido en algunos puntos hasta la distancia de 460 metros, ya en el sentido de su inclinacion, ya en el de su direccion. Este es verdaderamente un caso extremo; pero ¿no es mucho mas razonable conceder á esta influencia el poder de afectar en ciertas circunstancias favorables á grandes masas, que inventar una causa enteramente nueva para explicar hechos diferentes solo en cantidad y no en naturaleza? La teoría del metamorfismo no concede al granito exclusivamente la facultad de alterar por su contacto las masas contiguas, sino que supone simplemente una accion que reside en el interior de la tierra á una profundidad desconocida, ya sea esta accion termal, hidro-termal, eléctrica ó de cualquier otra naturaleza, con tal que ofrezca analogía con la que se ha ejercido cerca de las masas graníticas de intrusion; esta accion durante el curso de períodos infinitos, y tomando quizá su origen de un gran centro en ignicion, ha reducido en un espesor de miles de metros, varios estratos á un estado de semifusion, y estos estratos por el enfriamiento se han vuelto cristalinos como el gneiss. El granito es quizá otro resultado de la misma accion; solamente que este habria llegado á su mayor grado de intensidad, y producido la roca por fusion; de esta manera se explicaria facilmente el paso del granito al gneiss.

Si se consideran, pues, en su conjunto las diferentes observaciones que acabamos de recoger, á saber: las formas de estratificación y la esquistosidad de las rocas metamórficas, su paso por una parte á las capas fosilíferas, y por otra á las formaciones plutónicas, asi como las conversiones incontestables ocurridas en la intermediacion del granito, se tiene derecho de afirmar que el gneiss y el micasquisto no son otra cosa sino gres micáceos y arcillas alteradas, que el cuarzo en roca ha debido proceder de gres síliceos, y que el cuarzo granugiento ha resultado quizá de los mismos materiales. El esquisto arcilloso es una arcilla alterada, y el mármol sacaroideo fue primero una caliza ordinaria llena de conchas y corales y mas tarde transformada; en fin, las arenas y margalizas han sido transformadas en calizas impuras cristalinas.

«El esquisto anfíbólico, dice el doctor *Mac-Culloch*, parece haber sido simplemente una arcilla, porque se observan arcillas ó arcillas esquistosas convertidas por el *Trapp* en *Lidiana*, sustancia que no difiere apenas del esquisto anfíbólico mas que por la capacidad y

la uniformidad de testuras. En la isla *Shetland*, observa el mismo autor, el esquisto arcilloso en contacto del granito, es á veces transformado en esquisto anfíbólico; el esquisto se ha hecho en un principio síliceo y despues al contacto inmediato, ha resultado un verdadero esquisto de hornblenda.»

El entracito y el grafito, que encierran á veces las rocas hipógenas, sin duda han sido en otro tiempo hulla, porque esta como hemos observado se convierte en antracito no solamente en la intermediacion de ciertos diques trapeanos, sino aun lejos del contacto de las rocas ígneas en la region dislocada de los *Apalachés*. En *Worcester*, á 72 kilómetros Oeste de *Boston*, en el Estado de *Massachusetts*, existe un lecho de plombagina (grafito) y de antracito impuro alternando con el micasquisto. Este hecho mide unos 60 de espesor: se le ha explotado á la vez para sacar el combustible y para fabricar lápices. A la distancia de 48 kilómetros de la plombagina, se observa hácia los confines de *Rhode Island*, un antracito impuro en placas que contiene impresiones de plantas hullíferas de los géneros *Pecopteris*, *Nevropteris*, *Calamite*, etc. Este mineral por su carácter ocupa el medio entre el antracito de *Pensilvania* y la plombagina de *Worcester*, en la cual las materias gaseosas ó volátiles (oxígeno, hidrógeno y ázoe) estan respecto al carbono en la proporcion de 3 á 100. *Lyell* ha recorrido la comarca siguiendo diversas direcciones, y ha adquirido la certeza de que los esquistos carboníferos de antracito y plantas que muchas veces en *Rhode Island*, pasan al micasquisto, han adquirido en *Worcester* una testura completamente cristalina y metamórfica; el antracito ha sido parcialmente transformado en esta especie de carbon puro que se llama plombagina ó grafito.

Segun *Delesse* los minerales de caliza hipógena varian segun el grado de metamorfismo que la roca ha sufrido; por ejemplo, cuando la estructura no es mas que ligeramente cristalina, el talco, la clorita, la serpentina, la andalusita y la distena (*Kyanita*) dominan; pero si la testura es cristalina de una manera mas pronunciada, se observan mas particularmente en la masa las especies granate, hornblenda, wollastonita, dipyra, conzeranita y algunas otras; finalmente, en los casos en que la roca es completamente cristalina, se observan ademas de varios de los minerales anteriores la mica y el feldspato, refiriéndose este último sobre todo á las variedades mas ricas en álcali. El mismo autor añade: Como los depósitos calizos contienen habitualmente arcilla aluminosa, se puede naturalmente esperar encontrar silicatos de alúmina en estas rocas cuando son cristalinas; esto es efectivamente lo que se verifica con mucha frecuencia, y á veces tambien se encuentra alúmina pura cristalizada bajo la forma de corindon. *Dana* piensa que el ácido fosfórico del fosfato de cal y el fluor del espato fluor, indicados tan frecuentemente por la análisis en las calizas cristalinas, proceden de restos de moluscos y de otros animales; del mismo modo el grafito que es carbono puro en forma cristalina, con ó sin mezcla de alúmina, cal ó hierro, procedería de restos vegetales sepultados en una ganga primitiva.

Fundándose en la ausencia total de todo indicio de fósiles en el seno de las capas cristalinas, algunos geólogos han atribuido el origen de estas capas á un período anterior á la existencia de los seres organizados. En las formaciones posteriores á la creacion de los seres, se puede admitir, dicen, la destruccion de los fósiles por la accion plutónica; pero ¿no se deberan descubrir mas frecuentemente sus despojos al través de ciertos sistemas antiguos de esquistos que, por ejemplo en el *Cumberland*, contienen conglomeratos? Pero razonando así estos geólogos, parecen haber olvidado que existen estratificaciones de una potencia enorme y de edades diferentes, algunas muy modernas, y todas producidas despues de la aparicion de

los seres vivos sobre la tierra, las cuales sin embargo en ciertos puntos se hallan completamente desprovistas de vestigios de cuerpos organizados. En algunas de ellas, los fósiles han sido borrados por el agua y los ácidos en varias épocas sucesivas; es claro entonces que en la capa mas antigua es donde hay menos probabilidad de encontrar fósiles, aun suponiendo que esta capa haya escapado á toda accion metamórfica.

Se ha objetado tambien á la teoria del metamorfismo, que la composicion química de los estratos secundarios, se diferencia esencialmente de la de los esquistos cristalinos que habrian resultado de su transformacion. Los esquistos primarios se ha dicho, contienen habitualmente una proporcion considerable de potasa ó de sosa, que no han podido darles las arcillas secundarias y los esquistos, siendo estos últimos el resultado de la descomposicion de rocas feldspáticas de las cuales la materia alcalina se ha separado durante los progresos de la descomposicion. Pero este razonamiento se apoya en una base poco fundada y engañosa, porque un gran número de variedades de rocas que hay la costumbre de llamar esquistos, marga, arcilla, esquistos arcillosos y arcilla esquistosa, contienen cierta proporcion de álcali, y aun algunas veces una cantidad considerable, de tal manera, que es difícil en muchos países encontrar arcilla ó esquistos arcillosos bastante libres de elementos alcalinos para poder usarse en alfarería.

Las arcillas y esquistos arcillosos del Viejo Gres Rojo, en el Forthshire y en otras partes de la Escocia, se hallan tan cargadas de álcali procedente de feldspato triturado, que frecuentemente, en lugar de endurecerse al fuego, se funden en vidrio. No contienen cal, sino que parecen compuestos de granos muy finos de diferentes elementos del granito, que se distinguen en medio de las variedades mas groseras y de la mayor parte de los gres que alternan con estas últimas. Estas arcillas y esquistos arcillosos hojoscas, se parecerian ciertamente por la composicion si cristalizaran á varias de las capas primarias.

Existe tambien potasa en los restos de vegetales fósiles, y sosa en las sales de que los estratos se hallan á veces muy impregnados en Patagonia. En fin, análisis recientes han demostrado que las capas carboníferas en Inglaterra, los Silurianos Superior é Inferior en el Este del Canadá, y los esquistos arcillosos en Noruega, contienen tanto álcali como las rocas metamórficas en general.

Otra objeccion se ha deducido de la alternativa de capas muy cristalinas con otras que lo eran menos. El calor, se ha dicho, en su movimiento ascensional, debe haber atravesado los esquistos menos alterados antes de llegar á los lechos que son hoy los mas cristalinos. Para responder á esta objeccion, diremos primero que un cierto número de hiladas muy diferentes una de otra por su composicion y que acabaran de ser sometidas á una intensidad igual de calor, no mostraran segun toda probabilidad el mismo grado de fusibilidad relativa. Las unas por ejemplo, contendran potasa, sosa, cal ú otros elementos capaces de obrar como flujo; otras estaran desprovistas de estos mismos elementos; y por consiguiente se mostrarán tan refractarias, que seran muy poco afectadas por la cantidad de calórico suficiente para reducir otras rocas al estado de semi-fusion. Tampoco debe perderse de vista, que en tesis general, las masas menos cristalinas se encontraran mas bien en la parte superior, y las mas cristalinas al nivel inferior de cada serie metamórfica.

Ademas, el metamorfismo ha debido frecuentemente ejercer su fuerza mucho tiempo despues de que las capas hubieran adquirido su posicion vertical; del mismo modo puede obrar hoy en una esfera mas reducida, y continuar su influencia sobre los nuevos lechos, asi como sobre los antiguos. Para probar la

conversion parcial en gneiss de ciertas porciones de capas muy inclinadas, citaremos la Memoria de Murchison sobre la estructura de los Alpes. Esquistos que se designan en el país con el nombre de *Frichs*, y que se hallan sobrepuestos á la caliza nummulítica de edad Eocena, y ademas de estos esquistos algunas listas arenáceas y otras calizas, alternan un gran número de veces con hiladas de roca granitoidea análoga por sus caracteres al gneiss. En este caso particular, el calor, ó el vapor, ó el agua á una temperatura sumamente elevada, han atravesado quizá las capas mas permeables, y las han alterado hasta el punto de determinar un movimiento interior y una nueva disposicion de moléculas; las capas adyacentes no han dado paso á los mismos agentes, ó si les han dejado el camino libre, por lo menos no han sufrido su influencia; no contenian materiales tan fusibles. Cualquiera que sea la hipótesis que se adopte, los fenómenos establecen incontestablemente la posibilidad del desarrollo de la estructura metamórfica en un depósito terciario siguiendo las juntas paralelas á la estratificación.

Que este paralelismo sea la regla, ó que no se deba aceptar sino como una excepcion para el gneiss y para el micascuito ú otras formaciones de la misma familia, es una cuestion importante que trataremos detalladamente en el capítulo inmediato.

## CAPITULO XXXVI.

### ORIGEN DE LAS ROCAS METAMÓRFICAS.

(Continuacion.)

HEMOS visto ya que se han ejercido frecuentemente fuerzas cristalinas de gran intensidad sobre capas sedimentarias y fosfóricas mucho tiempo despues de su consolidacion, naturalmente se preguntará aquí si los minerales componentes de las rocas alteradas se disponen abitualmente en un sentido paralelo á los planos originales de estratificación, ó bien si despues de la cristalización han tomado mas ordinariamente otra posicion.

Para comprender mejor todo el alcance de esta cuestion, conviene aprender primero á distinguir bien las palabras *exfoliacion* y *division en hojas*. Se cuentan cuatro géneros distintos de estructura de las rocas á saber: la estratificación, las juntas, la exfoliacion esquistosa (esquistosidad) y las hojas; estos cuatro géneros exigen nombres particulares aunque en ciertos casos, aun despues del estudio mas atento, sea posible decir á qué clase pertenece cada uno de ellos.

El profesor Sedgwick, cuyo ensayo sobre la estructura de grandes masas minerales ha derramado mucha luz sobre este oscuro asunto, establece que las juntas se distinguen de las líneas de *exfoliacion esquistosa* en que una roca que interviene entre dos juntas, no presenta tendencia á exfoliarse en una direccion paralela á los planos de estas, mientras que es susceptible de subdivisiones hasta lo infinito en el sentido de su exfoliacion esquistosa particular. En algunos casos en que las capas son curvas, los planos de exfoliacion se muestran aun perfectamente paralelos. Un ejemplo se observa en las rocas esquistosas de una parte de las Gales; estas rocas consisten en un esquistos duro y verdoso. El verdadero sentido de las capas de esta localidad, está indicado por un gran número de fajas paralelas, unas mas oscuras y otras mas claras que el tinte general de la masa. Estas fajas concuerdan con los verdaderos planos de estratificación donde quiera que estos se manifiestan en ondulaciones ó lechos que contienen cuerpos orgánicos particulares. Algunas de estas capas contorneadas, presentan una estructura mecánica grosera, y alternan con esquistos cloríticos cristalinos de granos fi-



Planos paralelos de exfoliacion que cortan capas encorvadas.

nos; entonces la misma exfoliacion esquistosa atraviesa los lechos mas groseros como los mas finos, con tanta mas limpieza cuanto mas ténues y homogéneos son los materiales que componen la roca. Solo en el caso de elementos enteramente groseros, los planos de exfoliacion desaparecen completamente. Estos planos se inclinan de ordinario en un ángulo muy agudo relativamente al de las capas. En los Welsh (colinas asi llamadas), el valor medio de la incidencia, es apenas 30 ó 40 grados. Algunas veces los planos de exfoliacion se inclinan hácia el mismo punto de la brújula que los de estratificación; pero mas frecuentemente es en direcciones opuestas. Se puede establecer la regla general siguiente: cuando lechos de materiales groseros alternan con otros lechos compuestos de partículas mas finas, la exfoliacion esquistosa se encuentra limitada á estos últimos, ó no se manifiesta sino imperfectamente en los primeros. Y esta regla es verdadera, ya sea la exfoliacion paralela ó no á los planos de estratificación.

En cuanto á las juntas, son hendiduras naturales que frecuentemente atraviesan las rocas en líneas rectas y perfectamente marcadas. Ofrecen al cantero, como lo observa Murchison, hablando del fenómeno tal como se presenta en el Sherpshire y en los condados inmediatos, ofrece decimos, el mas útil socorro al minero para conducir la extraccion de los peñascos, y si un número suficiente de juntas se cruzan unas á otras, la masa entera de la roca se separa en porciones simétricas. Las caras de las juntas son igualmente mas unidas y mas regulares que las de los verdaderos estratos. Las juntas son hendiduras estrechas frecuentemente un poco abiertas que pasan en su mayor parte no solo al través de depósitos sucesivos estratificados, sino que tambien dividen masas redondeadas de caliza ó de otras materias que se han formado por via de concrecion posteriormente á la acumulacion de las capas. Las juntas por consecuencia se han producido probablemente por efecto de uno de los últimos cambios que debieron sufrir los depósitos sedimentarios.

En el diagrama (fig. 560), las superficies planas A, B, C representan porciones expuestas de juntas, á las cuales son paralelas las caras de otras juntas J, J; S, S son las líneas de estratificación; D, D las de exfoliacion esquistosa que cortan en ángulo agudo los planos de estratificación.

En los Alpes de la Saboya y de la Suiza, como lo ha observado Bakewell, se ven estrechas soluciones de continuidad casi verticales que cortan regularmente grandes masas calizas; las juntas son allí á veces mucho mas sensibles que las divisiones de la estratificación, y un geólogo poco experimentado las confunde casi inevitablemente; supone que las capas son perpendiculares, en puntos en que no obstante se dirigen casi horizontalmente.

Ahora bien, se ha creído ver en estas juntas divisiones análogas á las que separan las rocas volcánicas y plutónicas en masas prismáticas ó cuboideas. Se observa en pequeña escala, que la arcilla ó el almidon se dividen al secarse en formas parecidas; la causa es debida frecuentemente á una simple contraccion, ya proceda de la evaporacion del agua, ya dependa de un cambio de temperatura. Un hecho hay perfectamente conocido, y es, que diferentes gres y

otras rocas, se dilatan bajo la influencia de una elevacion moderada de temperatura, y despues se contraen por el enfriamiento; sin duda alguna tambien, grandes porciones de la costra terrestre, han sido sometidas durante el curso de las edades á condiciones muy variables de calor y de frio. Estas alternativas de temperatura han contribuido probablemente, en grandes proporciones, á la produccion de juntas al través de las rocas.

En algunas comarcas, por ejemplo en Sajonia, donde las masas de basalto reposan sobre el gres, la roca acuosa ha tomado hasta alguna distancia de varios centímetros partiendo del punto de union, una estructura columnaria semejante á la del trapp. Del mismo modo ciertas masas expuestas al calor de un horno; pero sin esperar el punto de fusion, no han dejado de volverse prismáticas. Algunos cristales adquieren tambien, bajo la influencia del calor, otra disposicion molecular; se esfolian en una nueva direccion, permaneciendo su forma exterior la misma.

El profesor Sedgwick, hablando de los planos de exfoliacion esquistosa cuando son decididamente distintos de los de sedimentacion, declara en la obra que ya hemos citado, que segun su opinion, ni el encogimiento de las partes, ni la contraccion en las dimensiones de las rocas que pasan al estado sólido, pueden explicar el fenómeno. Se atribuye, pues, a fuerzas cristalinas ó polares que obran simultáneamente y con bastante uniformidad, siguiendo direcciones determinadas, en grandes masas de composicion homogénea.

En cuanto á la exfoliacion esquistosa, John Herschell cree que «rocas calentadas á un grado suficiente para empezar á cristalizar, es decir, elevadas á una temperatura que permite á las partículas moverse, al menos cada una alrededor de su eje, tales rocas deben obedecer á alguna ley general que determine la posicion en que las partes finas se agruparon al enfriarse. Probablemente esta posicion tendrá ciertas relaciones con la direccion del calor. Ahora bien, cuando todas ó casi todas las moléculas de una misma naturaleza manifiesten una tendencia general á una disposicion de este género, debe tener origen un sentido particular de exfoliacion. Asi es como vemos cristales infinitamente pequeños recientemente precipitados de sulfato de barita ó de otras disoluciones análogas, disponerse ellos mismos en el seno del fluido que les ha servido de vehículo; cuando despues se agita el depósito, se ven todos estos cristales brillar siguiendo una misma direccion paralela; parecen filamentos sedosos. Ciertas clases de jabones de margaratos insolubles presentan el mismo fenómeno en el agua. [Ahora bien, lo que nos ofrecen nuestros experimentos en pequeño debe igualmente reproducirse en la naturaleza en mayor escala.]

Segun las observaciones del profesor Phillips, conchas y trilobitos fósiles, en el seno de ciertas rocas esquistosas, habrian sido muy desfigurados en cuanto á sus contornos y torcidos en muchas direcciones. Este cambio, añade el mismo autor, parece haber resultado de un movimiento que ha extendido las partículas de la roca á lo largo de los planos de exfoliacion; su direccion es siempre uniforme en una misma localidad, y se puede en algunos casos medir la