

carbonato de cal), y no siéndolo la materia colorante, se puede separar esta última, filtrando la disolución y por consiguiente reconocerla. Pero cuando el mineral principal es insoluble, no se puede llegar á reconocer la presencia de una materia extraña colorante, sino por inducción. Esto se consigue ya sea reuniendo una serie de ejemplares tomados en un mismo lugar, que pasan por matices de los unos á los otros, y conducen así del mas evidente al que deja mas incertidumbre; ya sea por comparación del color del cuerpo propuesto, con el de las sustancias que le acompañan. Así es como se reconoce que ciertas sustancias que serian naturalmente incoloras, ó que tendrían un color determinado, deben el color que presentan en los ejemplares, ya á la mica, ordinariamente de color verde, que se encuentra diseminada en ellas, como en el feldspato, azinita, esfero en cristales, etc., al epidoto verde, de que suelen arrastrar partículas infinitamente pequeñas, mas ó menos abundantes, como en la wernerita ó escapolita, algunas variedades de corindon, etc., al anfíbol verde, como en ciertos feldspatos compactos, pedernales, etc., al granate rojo, como en ciertos cuarzos en roca, ciertos feldspatos, algunos corindons, etc., á la arcilla ferruginosa, amarilla ó roja, como en el aragonito, cuarzo, sal gema, etc., etc., y en fin, á una multitud de sustancias que seria demasiado largo enumerar, que tienen colores propios, ó colores accidentales, que deben á óxidos metálicos coloreados. Algunas veces la consecuencia que se ha sacado de las comparaciones, no necesita ser verificada; pero en ciertos casos, necesita ser establecida de una manera mas positiva; esto se consigue por medio de la discusión de las análisis químicas, como haremos ver mas adelante.

Ciertas sustancias deben su color á principios fugaces que el fuego arrebató con facilidad, y que se deben, segun parece, ya al carbono, ya al carburo de hidrógeno.

Seria muy posible, sin embargo, que algunos de estos colores que el fuego puede destruir, fueran debidos á otra causa distinta de la presencia de un principio fugaz, podrian ser producidas por cierta disposición de las partículas del mineral que el fuego destruiría, haciéndolas tomar otra que devolvería á la materia su color natural mas ordinario. Esta seria una circunstancia análoga á la que presenta el fósforo fundido y enfriado súbitamente; es sabido que esta sustancia, ordinariamente de un color amarillo particular, toma entonces el color negro sin cambiar en manera alguna de naturaleza. Muchas sustancias minerales se hallan indudablemente en el mismo caso, pero no han sido aun bastante rigurosamente analizadas, para poder asegurar que no encierran principio alguno que pueda colorearlas.

Estas mezclas mecánicas de materias extrañas, alteran casi siempre mas ó menos la transparencia del cuerpo, y algunas veces le hacen enteramente opaco, ya sea en su totalidad, ya en algunas de sus partes. Por esta alteración de transparencia se distinguen ordinariamente estos colores de los que se deben á mezclas químicas, aunque estos pueden ser algunas veces bastante oscuros para impedir que la luz pase al través del cuerpo, á menos que no sea una luz muy viva.

Los colores por combinaciones químicas de materias extrañas, son tambien muy frecuentes en la naturaleza. Los que hacen estimadas las piedras finas para la joyería, son de esta especie, lo cual se demuestra porque las mismas piedras, estan coloreadas ya de un modo, ya de otro. Por ejemplo, existen esmeraldas de color verde oscuro (esmeralda propiamente dicha, esmeraldas de color verde azulado aguas marinas), esmeraldas de color verde claro (berilo), esmeraldas amarillas, esmeraldas blancas; del mismo modo, existen topacios amarillos, topacios

azules, topacios blancos, diamantes de todos colores, etc. Aquí el principio colorante debe estar en combinación con el cuerpo, porque por una parte no altera ni la transparencia, ni el brillo, y por otra no se pueden distinguir nunca las partículas extrañas, por mas fuerza que tengan las lentes que se usen al efecto; al hablar de la composición química de los cuerpos, veremos cómo se pueden concebir esta clase de combinaciones que producen colores tan variados y tan vivos en los minerales.

Aunque los colores accidentales pueden variar y varian, en efecto, hasta el infinito, es preciso observar, sin embargo, que no se presentan todas indistintamente en tal ó cual especie de mineral; hay algunos que ciertos minerales afectan mas particularmente, lo cual depende de las circunstancias de su nacimiento, y que pueden dar, sino la certidumbre, por lo menos algunas probabilidades de distinción, sobre todo cuando se ha adquirido cierta costumbre particular que permite apreciar matices comunmente imposibles de caracterizar. Pero aquí debe notarse, como en los colores propios, que la especie de color puede variar, en apariencia, por efecto de su mayor ó menor intensidad que depende tambien del grado de compacidad del cuerpo, de manera que para tener algunos términos mas precisos de comparación, es, por lo comun preciso, tener mas bien en cuenta el color del polvo que el de la masa.

Matices y dibujos de los colores. Todos los colores, ya sean propios, ya accidentales, son generalmente designados en mineralogia como en el uso comun; pero muchas veces se añaden epítetos á sus nombres para indicar su intensidad ó su matiz particular; así se dice azul oscuro, azul pálido, rojo vivo, rojo mate, rojo claro, etc. Algunas veces el epíteto es un término de comparación; así se dice blanco de nieve, blanco de leche, blanco de plata, etc.; gris de plomo, gris de acero, gris de ceniza, gris de perla, etc.; azul de indigo, azul de cielo, azul de esplejo, etc.; verde prado, verde manzana, verde puerro, verde pistacho, verde aceituna, verde botella, etc.; amarillo de oro, amarillo de bronce, amarillo de naranja, amarillo de limon, amarillo de azufre, amarillo de paja, amarillo de miel, amarillo de vino, etc.; rojo cereza, rojo de sangre, rojo de ladrillo, rojo de carne, etc. Entre otros casos, es un término de modificación, como cuando se dice blanco amarillento, blanco agrisado, gris negruzco, amarillo verdoso, azul violado, rojo parduzco, pardo rojizo, negro parduzco, negro azulado, etc. Ninguna de estas expresiones puede presentar dificultad, y se ve que pueden variarse hasta el infinito, de una manera ó de otra.

Los colores propios como hemos dicho mas arriba, son siempre uniformes en toda la extensión de la masa; pero no sucede lo mismo en los colores accidentales: si sucede á veces que un mineral así coloreado presente por todas partes el mismo color, tampoco sucede con frecuencia que los colores varíen en la extensión de la masa misma, sea por la especie, sea por el matiz ó grado de intensidad. En las descripciones se indican frecuentemente los dibujos que estos colores forman entre sí, por epítetos diversos tales como listado, zonario, manchado ó puntuado, venado, anubarrado, llameado, dendrítico, ruñiforme, etc., segun que presenten fajas paralelas, rectas, unduladas, ó en zig-zag, fajas concéntricas circulares ó en zig-zag, manchas aisladas de diferentes formas que pueden ser mayores ó menores ó no formar mas que puntos en un fondo cualquiera, venas como las del mármol, dibujos que imitan nubes, llamas, plantas, ruinas, etc.

Estas especies de disposiciones de colores son comunmente buscadas en diversas materias, ya sea como objeto de curiosidad, ya como objeto de ador-

no, pero aun bajo el aspecto de la ciencia, merecen tambien fijar nuestra atención relativamente á su origen. La mayor parte parecen ser producidas de una manera análoga enteramente á aquella con que se producen los jaspeados del jabon, cuya teoría ha establecido Darcet perfectamente. En la fabricación del jabon, el resultado de la primera cocción es una mezcla de jabon alcalino que forma la mayor parte y de jabon aluminoso que encierra una corta cantidad de hidrosulfato de hierro, por la cual toda la masa se halla uniformemente coloreada de azul negruzco; trabajando esta materia, se puede obtener á voluntad jabon blanco ó jabon jaspeado. Si se disuelve este producto en cantidad suficiente de agua, todo el jabon aluminoso se precipita y arrastra la materia colorante; entonces se forman dos capas, una superior blanca, otra inferior coloreada, y el todo se fija constituyendo una masa mas ó menos sólida. Si se disuelve este mismo producto en una cantidad menor de agua, el jabon aluminoso coloreado, no se precipita de la misma manera, cristaliza en medio del jabon blanco, y produce venas, manchas de todas las formas mas ó menos anchas, muy oscuras en ciertas partes, porque la materia es mas abundante, muy clara en otras, y con toda especie de disposiciones y de degradación de las tintas. Si la cantidad de agua empleada es aun menor, y el enfriamiento convenientemente dispuesto, se obtiene un jabon con manchas muy pequeñas, blancas y azules, apiñadas unas con otras. En fin, cuando la cantidad de agua es muy pequeña, no se obtiene mas que una masa uniformemente coloreada.

Es muy probable que se produzcan de este mismo modo la mayor parte de las disposiciones que se pueden reconocer en los colores accidentales de los minerales ademas de que siendo las circunstancias mas variadas en la naturaleza que en los talleres, los resultados deben serlo igualmente. En efecto, se comprende fácilmente, que la disolución de tal ó cual sustancia que encierra al mismo tiempo tal ó cual otra materia, disuelta ó simplemente suspendida en partículas finas, esté bastante dilatada para que todas las materias extrañas se precipiten y se forme entonces una masa sólida, incolora en su parte superior, mas ó menos coloreada en la inferior, donde la materia extraña se halla unida á la sustancia dominante; hay una multitud de ejemplos de esta clase de disposiciones en la naturaleza, sobre todo en el cuarzo y el feldspato que forman parte de las masas graníticas. Tambien se comprende, que la disolución se halle mas concentrada y que entonces, como en la fabricación del jabon, la materia colorante se halle dispuesta en venas, manchas ó dendritas interiores, etc., en medio de la masa principal como sucede en los mármoles, y otras muchas materias. Una disolución aun mas concentrada dará lugar á un depósito en que las materias se hallarán entremezcladas en pequeñas partes apretadas las unas contra las otras; esto sucede en la roca designada con el nombre de *granitello* por los italianos que se parece completamente al jabon obtenido de una disolución bastante concentrada y que se observa en una multitud de sustancias. Por último, se conciben disoluciones tan concentradas, que todas estas materias se precipitan igualmente á la vez, y la materia extraña uniformemente diseminada, produzca un color uniforme. Cuando mas se examinen las masas minerales en grande, mas se comprende la verdad de estas explicaciones para un gran número de casos, y mas fácilmente se concebiran las variaciones infinitas de disposición de colores que pueden observarse en la misma masa de la cual no suelen recogerse mas que los extremos como mas curiosos para las colecciones; entonces se verá por las transiciones de una disposición á otra, que las variedades anubarradas llamadas dendríticas y aun á

veces algunas variedades runiformes son producidas por circunstancias análogas.

No debería creerse sin embargo, que todas las disposiciones que se pueden observar en los colores de los minerales, son producidas de la misma manera; hay otras circunstancias que pueden producir tambien diversas variedades. En primer lugar, sucede con frecuencia que las disposiciones por listas ó zonas, son el resultado del crecimiento de la masa mineral por capas sucesivas que proceden de disoluciones diversamente coloreadas; por otra parte, estas mismas disposiciones son debidas ya á infiltraciones, ya á descomposiciones. Con frecuencia se encuentran materias minerales coloreadas de amarillo por el hidróxido de hierro que ha penetrado en la masa y producido en ella tintas amarillas, cuyos matices van degradándose desde el punto en que tiene lugar la infiltración hasta cierta profundidad en que ya son nulos; esta penetración se verifica unas veces del exterior al interior de la masa, y otras en el interior mismo partiendo de un punto central donde existía alguna materia en descomposición hasta cierta distancia en derredor. En fin, tambien suele formarse por el intermedio de ciertas hendiduras que probablemente están llenas de una disolución coloreada, que ha penetrado por una y otra parte; en este caso, las capas toman comunmente la disposición llameada.

Las disposiciones de colores producidas por la alteración de las materias que en un principio se hallaban uniformemente diseminadas, no son menos comunes. Suele suceder que las materias minerales expuestas al aire ó á la acción de otros gases mas ó menos activos, sufran una descomposición mas ó menos adelantada que algunas veces no altera mas que la materia colorante y le hace sufrir cambios que varían segun la profundidad; de esto resultan disposiciones listadas, mas ó menos unduladas si la superficie sometida á la acción descomponente es bastante extensa, y disposiciones zonadas, si la descomposición se verifica en pedazos aislados por todas partes. Estos accidentes se observan sobre todo en las solfataras de que hablaremos mas adelante. Cuando las materias descomponentes penetran en hendiduras, las disposiciones de color que se forman por una y otra parte de las hendiduras hasta cierta profundidad, son todavia mas extrañas cuando se cortan en seguida las masas en cierto sentido. Tambien resultan de esto disposiciones llameadas y aun á veces la disposición rumiforme; así por lo menos ha creído Brongniart explicar el origen del mármol rumiforme de Florencia y de otros puntos de Italia, notando que estos mármoles cuando se hallan en la tierra; no presentan la disposición que los hace estimados, sino hallándose cerca de las hendiduras de donde se desprenden los vapores que producen el fenómeno de las fumaradas.

Colores irisados. Hay tambien colores que no dependen ni de la naturaleza de los cuerpos, ni de la de las materias que se encuentran mezcladas en ellos accidentalmente. Unos son producidos por hendiduras, otros por una descomposición de la superficie del cuerpo ó por películas de materias extrañas que la cubren; otros en fin, proceden de una disposición particular de las moléculas materiales, ya sea en la superficie del cuerpo, ya en su interior.

Las hendiduras producen en el interior de los cuerpos, efectos semejantes á los de los anillos coloreados de Newton; unas veces ocasionan anillos concéntricos mas ó menos irregulares, otras veces fajas luminosas que presentan tintas rojas, azules, amarillas, etc., como los colores del arco iris de donde se deriva el epíteto de *irisado*. Se manifiestan en todas las materias compactas, transparentes, homogéneas que pueden rajarse con mas ó menos facilidad y mas particularmente aun en las que son susceptibles de esfoliación, porque el menor choque puede producir

una solución de continuidad entre las láminas. En el yeso por ejemplo, se pueden producir á voluntad, y hacer variar la naturaleza de los colores, la disposición y extensión de los anillos, levantando mas ó menos las láminas ó apretándolas entre los dedos.

Los colores irisados producidos por la descomposición, se hacen notar particularmente en ciertos minerales de cobre (*cobre piritoso, sulfuro de cobre*) en el sulfuro de antimonio, etc. Algunas veces la descomposición no se ha verificado sino en la primera película del cuerpo; pero en otros casos ha penetrado á mayor profundidad; algunas veces tambien toda la masa la sufre mas ó menos. Los colores dominantes de estas descomposiciones son frecuentemente el azul del acero, y los diferentes matices de violeta, rojo, amarillo que se presentan en el acero templado que se ha recocido mas ó menos.

Los colores que se deben á películas de materias extrañas, se hacen notar en todos los cuerpos principalmente en los minerales de hierro como el hierro oligisto cristalizado de la isla de Elba, peróxido é hidróxido de hierro en estalactita, en la superficie, en los cristales de ciertos carbonatos de cal mezclado con carbonato de hierro y de manganeso; entre las hojas de ciertos esquistos micáceos, en las hendiduras de las materias carbonosas que se hallan en el seno de la tierra, etc. Algunas veces son bastante uniformes; pero por lo general presentan una reunión de varias especies de colores y en todos los casos tienen un lustre muy vivo; son tintas de oro y de cobre, azules, rojas, amarillas, etc., de gran vivacidad.

Hay casos en que los iris que presenta la superficie de los cuerpos, parecen ser mas bien debidos á una disposición particular de las moléculas materiales que á un barniz de la superficie; esto es lo que se cree frecuentemente observar en los cristales de hierro oligisto y en la ilvaita. En este caso, los colores no son destruidos por el lavado, aunque se frote la superficie de los cuerpos con un cepillo, mientras que las mismas operaciones borran con frecuencia todos los colores que dan valor á ciertos ejemplares cuando no son debidos sino á películas de materias extrañas.

Los colores que dependen de una disposición particular de las moléculas materiales en el interior mismo de los cuerpos, se hacen notar en el ópalo, en la piedra de labrador, etc. En el ópalo, los iris que suelen ser muy vivos y que forman todo el mérito de esta piedra en la joyería, han sido atribuidos por Haüy á simples hendiduras; pero es imposible admitir esta explicación que solo pudo ocurrirse á este sabio partiendo de un experimento inexacto que sin duda no debió hacer por sí mismo. Ha asegurado dicho autor, que todos los colores del ópalo desaparecían en cuanto se rompía dicha piedra; pero no es así, porque los menores fragmentos, aun los que solo pueden observarse con el microscopio, presentan colores tan vivos y variados como los mayores. Es de notar que nunca es en los ópalos transparentes donde se observan los hermosos colores que dan valor á esta piedra, estos colores no se manifiestan sino cuando la transparencia se ha enturbiado bastante fuertemente y para provocarlos en las variedades mas transparentes, hay que calentarlas un poco. Hay variedades que pierden todos sus colores cuando se hallan en una atmósfera húmeda y que los recobran en cuanto se las acerca al fuego. Hay otras por el contrario, que no presentan sus colores sino cuando son húmedas; estas son las demasiado opacas y que se vuelven algo traslucientes empapándose en agua. Tambien se debe notar que los ópalos que no están constantemente guardados los que se llevan habitualmente acaban despues de cierto tiempo por perder sus colores, y entonces sufren una alteración que los hace mas opacos. Según estas observaciones, parece que el fenómeno de los iris que presenta el ópalo es debido á ca-

vidades que existen en el interior de estas piedras, y que hallándose llenas de fluidos de diferente refringencia, quizá de agua y de aire, descomponen los rayos luminosos; tambien parece que es necesario que el número de estas cavidades se halle en ciertas proporciones con las partes llenas. Haremos observar, que se imitan hasta cierto punto estos juegos del ópalo con vidrio en que se introducen materias infusibles como óxido de estaño, huesos calcinados pulverizados que se mezclan en la materia, enturbian su transparencia y ocasionan descomposiciones parciales de la luz.

En los minerales se observan efectos diferentes que parecen tener mucha analogía con los que presenta el ópalo; tales son los reflejos mas ó menos vivos, blancos, rojos, de color de oro, etc., que salen de ciertas piedras como del ópalo girasol, de ciertas variedades de corindon (corindon opalino) ó de feldspato (piedra de sol) cuando se presentan á una viva luz ó que parecen flotar en el interior de la piedra como en el feldspato adulario (piedra de luna), el cuarzo cambiante, la cimofana, etc. Todos estos efectos no se manifiestan generalmente sino cuando la transparencia de la piedra se halla mas ó menos enturbiada, lo cual verificase tambien en este caso por la interposición de una materia extraña ya sean pequeños glóbulos de agua ó de aire como en el ópalo girasol, ya materia sólida que algunas veces se halla dispuesta en fibras sumamente finas como se ve con frecuencia en el cuarzo cambiante; en algunos casos parecería que estos juegos de luz son el efecto de un tejido fibroso de la piedra que ocasiona tambien vacios en que la luz puede descomponerse de diferentes modos. Tambien se imitan estos reflejos en el vidrio por medio de las materias infusibles que quedan en suspensión en él.

La *venturina* presenta tambien reflejos que son independientes de las materias colorantes del cuerpo y se deben á diferentes grados de refracción en los diversos puntos de la masa. Esta variedad de cuarzo tiene una estructura granular que resulta de una acumulación de cristales de cuarzo, algunas veces bastante distintos, entre los cuales se encuentran unos mas vidriosos que los otros, lo cual depende probablemente de una diferencia de posición. De esto resultan puntos centellantes, sobre un fondo menos brillante que no despiden sino luz blanca, cuando la masa es enteramente blanca, y reflejos amarillentos parduzcos ó pardos-rojizos, en el caso en que la piedra está penetrada accidentalmente de materias ferruginosas que parecen estar muchas veces depositadas entre los granos. Tambien se han atribuido estos juegos de luz á hendiduras, notándose sobre todo que las piedras que los presentan forman cantos rodados, que tropezando unos con otros al ser transportados por las aguas, han podido rajarse de varios modos; pero no es probable que sea así, porque hendiduras producidas de esta manera no se encontrarían mas que en la superficie de los cantos rodados, mientras que los efectos de la *venturina* se observan en toda la masa por mas grande que sea.

No debe confundirse esta especie de *venturina* con las que resultan de la presencia de una multitud de laminillas de mica en rocas de cuarzo, de feldspato, cada una de las cuales refleja la luz, y cuyo conjunto produce en la vista un efecto análogo al anterior; pero siempre mas decidido, mas uniforme y mas agradable. Esta especie de *venturina* es la que se imita con cristales, que son aun mas agradables que la piedra natural, y en los cuales se hace cristalizar, una materia igualmente vidriosa, de color cobrizo, que forma tetraedros muy brillantes.

La *piedra de labrador*, presenta efectos diferentes de los anteriores, y cuya explicación no puede darse todavía de una manera satisfactoria. Estos son

colores muy vivos, que no se manifiestan sino en ciertas posiciones, y que cambian frecuentemente de una posición á otra, de manera que en la misma superficie se observan en un sentido, por ejemplo, tintas azules de todos los matices, y en otros tintas verdes, rojas, amarillas, etc., etc. Algunas veces cuando las masas están formadas de cristales agrupados en diferentes sentidos, se observan en la misma superficie, y bajo una misma inclinación, partes diversamente coloreadas, que son siempre de muy buen efecto. Estos colores tienen cierta analogía con los que se observan en la pluma de ciertas aves, en las alas de las mariposas, etc. A veces se observan tambien en la estructura interior del mineral, algunas circunstancias análogas á la de la estructura de estas producciones animales; la masa parece, en efecto, con bastante frecuencia formada, ya sea de laminillas que son como escamas amontonadas unas sobre otras, ya de fibrillas ó agujillas adheridas unas á otras, y colocadas punta con punta.

Hasta el presente no se puede buscar la explicación de estos efectos sino en la teoría de los accesos de fácil reflexión y fácil trasmisión imaginada por Newton. Según dicha teoría, la especie de color reflejaba bajo cierta posición, depende del espesor de las láminas que la luz incidente puede atravesar antes de ser conducida al ojo, el cual espesor haciéndose mayor ó menor según se incline mas ó menos la cara del mineral en tal ó cual sentido, produce, todos los cambios que se observan en estas circunstancias. Debe, sin embargo, confesarse que se presentan una multitud de pequeños accidentes, que deben hallarse en relación con los fenómenos principales de que no puede darse razón por medio de esta teoría.

Se han comparado algunas veces los efectos de la piedra de labrador con las del nácar, que presenta frecuentemente colores irisados muy variados; pero hay la gran diferencia de que el nácar imprime su propiedad sobre los cuerpos blandos susceptibles de moderarse sobre su superficie, y que despues presentan los mismos reflejos, mientras que la piedra de labrador no la imprime. Por consiguiente hay en la superficie del nácar una disposición molecular saliente, á pesar del pulimento, que no existen en el mineral de que hablamos.

Asterismo. Existe tambien en los minerales un fenómeno de luz, del cual es necesario decir algunas palabras; es una estrella blanquecina de seis rayos, que se nota sobre algunas variedades de corindon. Se observa por reflexión, y tambien por refracción, cuando se coloca la piedra entre el ojo y una viva luz. Este fenómeno es un hecho de que no hay explicación; solamente se observa que está en relación simétrica con la forma de los cristales en que se observa. La estrella no se presenta en efecto sino en los cristales que están cortados perpendicularmente al eje; cada uno de los radios corresponde á una de las aristas culminantes del romboedro, que es la forma primitiva del corindon: tres radios corresponden al vértice superior y los otros tres al inferior. Hay cristales de corindon que no presentan mas que una parte de este fenómeno; estos son cristales naturales de vértices romboédricos, cuyas aristas culminantes están un poco redondeadas; cada una de estas aristas presenta entonces una línea brillante, de un brillo muy análogo al que se observa en la estrella de que se trata. Resulta de esto que puede suponerse que tres rayos de la estrella pertenezcan al vértice vuelto hácia el observador, y los otros tres al vértice opuesto, visto al través de la piedra. Cuando esta piedra está tallada en bola, se ve á los rayos de un vértice prolongarse hasta el otro, de manera que las líneas luminosas se presentan como costillas en la parte de la bola que corresponde á un prisma exaedro colocado entre estos dos vértices.

Es necesario hacer notar que el fenómeno solo se deja observar bien en las variedades de corindon, cuya transparencia está un poco enturbiada; se le reconoce mas comunmente en las variedades azules, conocidas en el comercio con el nombre de zafiro, que en las variedades rojas conocidas con el de rubí; y en efecto, las variedades azules son las que se hallan mas sujetas á volverse lechosas. Si se recuerda lo que hemos dicho del lustre nacarado, se comprenderá que estos fenómenos tienen mucha relación entre sí.

Tambien se observará un fenómeno análogo en el granate, y en este caso es una estrella muy viva de tres ó seis rayos, cuatro ú ocho. Nótese asimismo cierta correspondencia entre este fenómeno y el que presenta el corindon; en efecto, el granate presenta una estrella de tres ó seis rayos siempre que está tallada perpendicularmente al eje que pasara por dos ángulos triedros opuestos del dodecaedro romboidal, al cual puede referirse la cristalización de esta sustancia, y estos ángulos triedros opuestos están evidentemente colocados como vértices de romboedros, de manera que tres de los rayos pertenecen á uno de los vértices, y los otros tres á los vértices opuestos. Las estrellas de cuatro rayos ó de ocho, se observan cuando la piedra está tallada perpendicularmente á una línea que pasara por dos ángulos compuestos de cuatro planos. Es probable que muchas otras sustancias presentarían fenómenos análogos si se tallaran convenientemente.

Policromismo. Se han demostrado hace mucho tiempo en las obras de física, que un gran número de sustancias tenían la propiedad de dar un color de cierta especie por reflexión, y un color diferente, que muchas veces no era complementario, por refracción; pero conviene mucho distinguir este fenómeno, de los que se acaban de citar, y en que los colores diferentes se manifiestan todos por refracción, es decir, que cuando se colocan ciertos minerales entre el ojo y la luz, se les ve de un color ó de otro, según el sentido en que le atraviesen los rayos luminosos.

La observación demuestra que estos fenómenos particulares se hallan invariablemente ligados con la forma de que son susceptibles los minerales. No hay diferencia de colores en las sustancias que pertenecen al sistema cúbico, cualquiera que sea el sentido en que la luz les atraviese; solo en los minerales dotados de la doble refracción, se observan diferencias mas ó menos marcadas. En los que no tienen mas que un eje de doble refracción, no se observan mas que dos tintas esternas, la cual constituye el *dicromismo*; la una cuando la luz atraviesa el cristal paralelamente al eje de doble refracción; la otra cuando le atraviesa perpendicularmente; en todas las posiciones intermedias los colores participan de la una y de la otra especie. La *cordierita*, la *turmalina*, la *mica del Vesubio*, la *esmeralda*, etc., etc, presentan muy frecuentemente este fenómeno. La *cordierita* es ordinariamente azul en un sentido y azul violeta en el otro; la *turmalina* es ordinariamente de un negro opaco, paralelamente al eje, y verde, parda y roja, etc., perpendicularmente á este mismo eje.

En los cristales de dos ejes de doble refracción, la teoría conduce á admitir la existencia del *tricroismo*; uno de los colores extremos puede ser producido, cuando la luz atraviesa el cuerpo paralelamente al plano de los ejes y á la línea media; otro cuando la luz atraviesa paralelamente á este plano, y perpendicularmente á la línea media; y un tercero, en fin, cuando la luz atraviesa al cuerpo perpendicularmente á este plano y á la línea media. Sorret ha visto comprobados estos fenómenos en un topacio del Brasil, cuyo tinte era rojo, y que no parecia haber sido quemado; en la primera dirección el color era rosa con una ligera tinta amarillenta; en el segundo era el violeta sin mezcla de amarillo, y en el tercero se re-

conocía, un blanco amarillento; estas tintas extremas pasaban de una á otra en las posiciones intermedias.

Se puede, pues, decir en general, que las sustancias que se refieren al sistema cúbico son *unicroitas*: que las que no tienen mas que un eje de doble refracción son *dicroitas*, y en fin, que las sustancias de dos ejes son *tricroitas*. Pero no debe esperarse poder observar siempre estos fenómenos; solo se verifican en las sustancias diáfanos coloreadas, y aun entonces sucede frecuentemente que no se manifiestan, bien porque la diferencia de las tintas sea demasiado débil para poder ser apreciada; bien como la supone Blot, porque la materia colorante se halla interpuesta sin cristalización ó cristalizada confusamente.

Fosforescencia. A continuación de los caracteres ópticos, colocaremos un fenómeno que se manifiesta también por juegos de luz, que se designa con el nombre de fosforescencia, y que consiste en resplandores mas ó menos vivos de diferentes colores, que solo se observan haciendo el experimento, en la oscuridad. Se provoca este fenómeno en los minerales por diversos medios, por frotamiento, por percusión ó compresión, por calor, por exposición al sol durante mas ó menos tiempo. Hay cuerpos en que hasta el mas ligero frotamiento para hacer salir un resplandor mas ó menos vivo; tales son, por ejemplo, ciertas variedades de sulfuro de zinc, sobre las cuales basta pasar la barba de una pluma para excitar la fosforescencia. Otros cuerpos por el contrario, necesitan un frotamiento bastante fuerte; tales son el cuarzo (cristal de roca) ciertos marmoles, la mayor parte de las materias vitreas, que frotadas una con otra, producen mas ó menos luz en la oscuridad, etc. Finalmente existe un gran número de cuerpos, en los cuales parece imposible provocar el fenómeno de esta manera.

Por medio del calor, la mayor parte de las sustancias minerales son capaces de producir un resplandor fosfórico mas ó menos fuerte; hay algunas que exigen para esto una temperatura muy elevada, y es necesario calentarlas en crisoles: otras no exigen mas que el color rojo sombrío, y aun mucho menos. Entre estas últimas la mas notable, ya por la intensidad del fenómeno, ya por las variedades de colores que se manifiestan segun el grado de temperatura, es el fluato de cal; hay variedades que se designan con el nombre de *clorofano*; y de las cuales unas son fosforescentes á la temperatura media de nuestro clima, de manera que brillan constantemente en la oscuridad; otras no necesitan mas que el calor de la mano; otras exigen la temperatura de agua hirviendo, y en fin, hay algunas que exigen una temperatura mucho mas elevada. Para observar á estas últimas, es necesario poner un fragmento de la sustancia sobre una paila que se ha hecho calentar, y se ha dejado enfriar despues hasta el negro en la oscuridad; entonces se ve á los colores pasar por una multitud de matices que se suceden rápidamente hasta que el fenómeno termina. Las variedades que fosforescen con mas facilidad, no presentan mas que tintas verdosas, las que exigen una temperatura elevada, presentan tintas mucho mas variada. En este caso, la intensidad de los colores y el número de sus sucesiones, dependen segun parece, del color del mineral, de manera que si el ejemplar presenta varios colores reunidos, presenta también por el calor diferentes matices de fosforescencia. Los fragmentos sometidos al experimento cambian de color, se vuelven ordinariamente blancos, y pierden para siempre la propiedad fosforescente si han sido calentados en demasia; si lo han sido ligeramente, conservan esta propiedad para una temperatura mas elevada.

Conviene hacer notar que la fosforescencia por el calor, es independiente de la fosforescencia por el frotamiento, porque los cuerpos que han sido calentados fuertemente, y que han perdido por lo mismo la pro-

iedad de ser fosforescentes por el calor, conservan aun la de dar una luz fosfórica por el frotamiento.

Hemos citado, por el testimonio de Desaigne, la exposición al sol durante algunos instantes, como susceptible de provocar en los cuerpos la propiedad de relucir despues en la oscuridad. Este fisico ha anunciado que todos los cuerpos se hallaban en este caso; pero los experimentos que otros han hecho con este objeto, no han dado resultado, no se ha obtenido fosforación por este medio, sino en las variedades de fluato de cal que pueden adquirirla por el calor, y en tal caso parece ser mas bien la temperatura quien ha desarrollado esta propiedad, que la acción de la luz solar.

La fosforescencia no puede casi usarse como carácter distintivo de los minerales; porque por una parte no difiere de uno á otro sino en ser mayor ó menor, y por otra hay frecuentemente mas diferencia entre las diversas variedades de un mismo mineral, que de una especie de mineral á otro. Se observa también que los ejemplares de tal ó cual localidad son fácilmente fosforescentes por uno ú otro de los medios que hemos indicado, mientras que otros por los mismos medios no dan indicio alguno del fenómeno. Solo en algunas sustancias es este carácter bastante marcado para merecer que se le coloque entre los que pueden hacerlas reconocer; mas adelante citaremos estas sustancias.

CAPITULO IV.

DE LA ELÁSTICIDAD.

Se ha usado frecuentemente la mayor ó menor elasticidad, para distinguir algunas sustancias de otras varias, con las cuales pueden tener mas ó menos analogía. Así, por ejemplo, se han distinguido casi siempre las materias que se han reunido con el nombre de mica, de las que constituyen la especie talco; las primeras tienen siempre una elasticidad muy pronunciada, y las otras no. Se ha considerado en este caso la facultad que da la elasticidad á las láminas delgadas; ó á las fibras menudas, de volver con mas ó menos rapidez á su forma natural cuando se las encorva. Considerada así esta propiedad, se le ha atribuido poca importancia; pero las investigaciones de Savart han demostrado que apreciada bajo otro aspecto, puede conducir á hechos del mas alto interés, y suministrar datos preciosos sobre la constitución física de los minerales cristalizados.

Por medio de la naturaleza de las vibraciones que se pueden producir en placas de sustancias minerales cristalinas, ha imaginado Savart estudiar su estado elástico, y por consecuencia su estructura íntima; en las pocas sustancias que ha tenido á su disposición ha obtenido ya resultados bastante importantes para hacer desear que los mineralogistas se interesen en este trabajo. Consignaremos aquí algunos de estos resultados que se relacionan hoy mas directamente con la mineralogía.

Savart observa en primer lugar que si se poseyera una lámina circular, perfectamente igual en espesor, de un cuerpo enteramente homogéneo, el sistema de las líneas nodales diametrales, que se pueden producir por el sacudimiento de uno de los puntos de su contorno, podría colocarse en todas las direcciones, y que las líneas nodales circulares serían exactamente concéntricas al contorno de la lámina. Pero si la simetría que se supone es alterada, ya sea por la forma de la lámina, ya por la estructura del cuerpo, no sucederá lo mismo; las líneas nodales diametrales no podrán colocarse indiferentemente, segun la posición del lugar del sacudimiento, y las líneas circulares serán curvas de otra especie. De aquí resulta que para reconocer si una sustancia presenta el mismo grado de elasticidad en todos sentidos, es necesario siempre

tallarla en placas circulares de espesor igual, porque en este caso no habrá mas que las variaciones ocasionadas por la estructura.

Aplicando este modo de exploración á las sustancias minerales, Savart ha reconocido que no hay ninguna en que una misma figura nodal pueda colocarse en todas direcciones, lo cual indica que no gozan de las mismas propiedades en todos sentidos; pero hay mas, y es que las figuras que se obtienen en láminas talladas en una misma dirección respecto al eje del cristal, están exactamente ordenadas de cierta manera, y varían en las placas talladas en diferentes sentidos; hay algunas que son susceptibles del modo de división compuesto de dos líneas rectas, rectangulares con ó sin líneas hiperbólicas y otras que no presentan sino dos sistemas de curvas hiperbólicas. Las investigaciones de Savart han sido hechas particularmente sobre el cuarzo y el carbonato de cal; pero á su ejemplo generalizaremos los resultados aplicándolos al sistema romboédrico, y consignaremos por de pronto los hechos siguientes:

1.° Las placas talladas perpendicularmente al eje de un romboedro, presentan dos modos de divisiones compuestas cada uno de dos líneas rectas cruzadas en ángulo recto, y que las de uno de los modos forman con las del otro un ángulo de 45°. El intervalo que se observa entre los sonidos de los dos sistemas, es siempre muy pequeño, de manera que estos sonidos pueden ser considerados como unos mismos; de donde se sigue que la elasticidad de tal placa puede también ser sensiblemente la misma en todas las líneas diametrales.

2.° Las placas talladas perpendicularmente á las caras del romboedro presentan igualmente dos modos de divisiones compuestas cada uno de dos líneas rectas que se cruzan en ángulo recto; pero el intervalo entre los sonidos de los dos sistemas es entonces muy grande, siendo en el cuarzo el sonido mas grave *do*. el segundo es el *sol* de la misma octava.

3.° Las placas talladas paralelamente á las caras del romboedro, producen también dos sistemas de líneas nodales; pero el uno es rectangular y el otro hiperbólico. El sistema rectangular está colocado sobre las diagonales de la cara del rombo, y es el que produce aquí el sonido mas grave.

4.° Las placas talladas en un ángulo lateral del romboedro, siguiendo un plano que formará con el eje el mismo ángulo que la cara natural producida por la truncadura, esto es, siguiendo un plano paralelo á una cara del romboedro idéntico inverso, dan también dos sistemas de líneas nodales, uno rectangular y otro hiperbólico; pero los vértices de la hipérbola se hallan mucho mas próximos que en el caso anterior, y ademas el sistema hiperbólico es el que aquí da el sonido mas grave, mientras que en la lámina anterior da por el contrario el sonido mas agudo.

Esta observación ofrece una aplicación inmediata á la mineralogía. Se sabe que en las sustancias del sistema romboédrico, que no son exfoliables, es difícil elegir entre los dos romboedros que se combinan para formar un vértice piramidal ó un dodecaedro bipiramidal; que hasta al presente no ha habido razón alguna para decidirse á adoptar el uno mejor que el otro por forma primitiva, y que ni aun se ha sabido si el uno ó el otro podía adoptarse. Ahora bien, partiendo de la experiencia que acabamos de indicar, se reconocerá por lo menos si hay uno de estos romboedros que haga el mismo efecto que el romboedro de exfoliación en el carbonato de cal, y cuáles son las caras que le pertenecen. Bastará hacer tallar una placa paralelamente á una cara piramidal, y hacerla vibrar; si las líneas hiperbólicas dan el sonido mas grave, la cara será una de las del romboedro análogo al de exfoliación; si estas líneas dan el sonido mas agudo, la cara de exfoliación será la que es adyacente á la que se ha

hecho tallar. Podría suceder que ninguno de los romboedros que componen una pirámide, fuera un romboedro primitivo; pero entonces el sistema de vibración sería sin duda uno de los que se pueden obtener, tomando una placa mas ó menos inclinada al eje.

5.° Las placas talladas sobre los ángulos laterales de un romboedro paralelamente al eje, y siguiendo un plano inclinado sobre dos caras que concurren en el vértice, es decir, paralelamente á los lados del prisma exaedro producido por esta modificación, presentan todas los mismos modos de divisiones; uno de estos modos está formado de dos líneas rectas rectangulares, una de las cuales corresponde siempre al eje del cristal, el otro está formado de dos ramas de la hipérbola á la cual los primeros servirían de eje. El sonido del primer sistema es mas elevado que el del segundo; en el cuarzo el primer sistema da el *fa* y el segundo el *re* de la misma octava.

6.° Las placas talladas sobre las aristas laterales de los romboedros, paralelamente á las caras del prisma exaedro que puede formarse por este género de modificación, no presentan líneas nodales rectangulares; dan dos sistemas hiperbólicos, que parecen enteramente semejantes; pero que hacen oír sonidos diferentes. En el cuarzo uno de los sistemas da el sonido *re* y otro el sonido *fa* de la misma octava. Los ejes principales de estas dos hipérbolas se cruzan en el centro de la placa, bajo un ángulo, que depende de la naturaleza de la sustancia, y que tal vez, ofrecerá un día algunos datos para distinguir las diversas especies; este ángulo es para el cuarzo de 51 á 52 grados. Si por el centro de la lámina se hace pasar una línea igualmente inclinada sobre los dos ejes principales, esta línea se encuentra paralela á la arista lateral del romboedro, de manera que un plano que pasara por esta línea perpendicular á la placa, sería paralela á la cara del romboedro.

De estos dos experimentos resulta un medio de reconocer, en las sustancias que no se exfolian, si un prisma exaedro es producido sobre los ángulos ó sobre las aristas laterales del sombreado análogo al de la exfoliación, la cual es imposible de otro modo; basta hacer tallar una placa paralelamente á una cara de este prisma, y hacerla vibrar. Si el prisma es producido sobre los ángulos, las figuras acústicas producirán un sistema rectangular, y un sistema hiperbólico, si es producido sobre las aristas.

De aquí resulta otro medio de reconocer las caras que se pueden considerar como análogas á un romboedro de exfoliación, en un dodecaedro bipiramidal, ó en un prisma exaedro terminado por pirámides, ó bien el lugar de estas caras en un prisma exaedro simple, cuando la sustancia no se exfolia. Si una placa tomada paralelamente á una cara del prisma da figuras acústicas hiperbólicas, será necesario trazar en ella los principales ejes de las hipérbolas, y tirar por el punto en que se encuentran una línea igualmente inclinada sobre estos ejes, la dirección de esta línea indicará la de la cara del romboedro. Si la placa que se ha tallado presenta un sistema rectangular y un sistema hiperbólico, será preciso tallar otra perpendicularmente á dos caras opuestas de este prisma, y paralelamente al eje; esta nueva placa será entonces paralela á las caras del prisma producido sobre las aristas del romboedro, cuya dirección mostrará como anteriormente por la línea media entre los ejes de sus líneas acústicas.

Savart dedujo de los experimentos que acabamos de citar, y de otros varios cuyos pormenores no son útiles á la mineralogía, que en las sustancias del sistema romboédrico, deben existir tres sistemas diferentes de líneas principales de elasticidad. Comparando despues los resultados á los que ha obtenido con placas de madera que no poseen sino tres líneas desi-

guals y rectangulares de elasticidad, hace ver que se puede hasta cierto punto, determinar en cada sistema la direccion misma de estas líneas. Hace ver tambien que en el cuarzo, el eje de mayor elasticidad de cada sistema, sigue la diagonal oblicua de las caras del romboedro; que para las placas talladas alrededor de la diagonal horizontal, esta diagonal forma un eje de mediana elasticidad, y que finalmente existe menor elasticidad en un plano que, pasando por la diagonal horizontal, fuera paralelo á una arista del romboedro.

Dicho autor hace notar que el carbonato de cal, tiene bajo este concepto, una grande analogía con el cuarzo; pero que se encuentra sin embargo la gran diferencia en que la diagonal oblicua que en el cuarzo es el eje de mayor elasticidad, es por el contrario un eje de menor elasticidad en el carbonato de cal; el eje de mayor elasticidad se halla entonces en el plano diagonal paralelo á una arista. Es notable que esta diferencia se halle en dos sustancias, una de las cuales, el cuarzo, tiene la doble refraccion atractiva, y la otra, la doble refraccion repulsiva. ¿Se verifica el mismo fenómeno en todas las sustancias que se hallan en igual caso? Esto es lo que nos enseñarán los futuros experimentos.

Conviene observar tambien que esta diferencia se hace notar en los fenómenos de la dilatacion por el calor; en el carbonato de cal, el ángulo diedro de las caras del vértice disminuye, en el cuarzo por el contrario, dicho ángulo aumenta.

Asimismo pudiera parecer que la disposicion de las figuras acústicas y el número de vibraciones que las acompañan, se hallan íntimamente ligadas con las direcciones de exfoliacion de cada lámina. En general puede decirse que si estas direcciones se cortan en ángulo recto en el plano de la lámina, uno de los dos modos de division se compondrá de dos líneas cruzadas rectangularmente, mientras que si están inclinadas una sobre otra, los dos sistemas nodales seran curvas hiperbólicas. La primera parte de esta asercion se verifica en el carbonato de cal que es susceptible de exfoliaciones supernumerarias que se cruzan en ángulo recto, el uno siguiendo la diagonal horizontal y el otro siguiendo la diagonal oblicua. La segunda es demostrada por el sulfato de cal; las láminas delgadas de esta sustancia se quiebran siguiendo dos direcciones inclinadas entre sí 113 grados, y los modos de division que pueden establecerse en ellas, son dos curvas hiperbólicas, una de las cuales parece tener por asíntotas las direcciones mismas de exfoliacion, y la otra tiene por eje principal las direcciones donde la exfoliacion es menos fácil.

Tales son los principales hechos observados por Savart, ó al menos, los que por el momento parecen mas aplicables á la mineralogia. Seria muy conveniente que se pudieran continuar las experiencias sobre otras sustancias del sistema romboédrico, y estudiar de la misma manera las sustancias de los otros sistemas, acerca de las cuales no se tienen todavía mas que ideas vagas, por la dificultad de proporcionárselas á ningun precio; los que posean masas homogéneas deben en interés de la ciencia, así como en el de la óptica y la acústica, facilitárselas á los que se ocupan en estos descubrimientos.

CAPITULO V.

GRADOS DE RESISTENCIA Á LAS ACCIONES MECÁNICAS.

En un tiempo en que la distincion de los minerales no estaba fundada sino en caracteres empíricos, ha servido con mucha frecuencia la dureza, la mayor ó menor fragilidad y la ductilidad, para reconocer las sustancias. Posteriormente, se ha visto, con alguna

razon, que estos caracteres eran poco importantes, y casi no podian servir mas que para facilitar el reconocimiento de las especies, cuando se ha adquirido una gran costumbre, ó mas bien para separar algunas entre las que se pueden naturalmente comparar á tal ó cual materia que se ha de determinar. Sin embargo, hoy se cree que estando estos caracteres íntimamente ligados á la disposicion interior de las particulas de los cuerpos, estudiándolos con mas cuidado y por medios menos groseros que los que se han empleado hasta aquí, podrian adquirir valor, precisamente como la elasticidad que estaba enteramente en el mismo caso. Desgraciadamente, no se puede decir nada de fijo en este punto, y solo es posible indicar vagamente el partido que se puede sacar hoy de estas propiedades.

Dureza. Bajo el nombre de dureza se designan frecuentemente propiedades muy diversas de los cuerpos; así se dice que un cuerpo es duro, ya porque resiste con cierta fuerza á la accion del choque con que se le quiere romper, ya por oposicion á *blando* ó *flexible* porque no cede cuando se le aprieta entre los dedos; ya en fin, porque no se le puede penetrar con la uña ó con un instrumento cortante. Pero estas diferentes clases de resistencias no estan en relacion directa unas con otras; un cuerpo que resiste fuertemente á ser penetrado por un instrumento cortante, no resiste lo mismo al choque; este se observa muy bien, por ejemplo, en el vidrio, en el cristal de roca, etc. De aquí resulta que es necesario, al decir que un cuerpo es duro, indicar de qué manera se experimenta su dureza, sin lo cual se podria incurrir en gravísimos errores, de que citaremos un ejemplo. Todo el mundo sabe, por lo menos de oídas, que el diamante es un cuerpo duro; pero muchas personas, contentándose con esta idea, no han preguntado jamás cómo se experimentaba su dureza, y de aquí se ha originado la singular opinion, citada por los autores antiguos y bastante acreditada todavía, de que el diamante es un cuerpo tan duro, que si se le coloca sobre un yunque y se golpea con un martillo, antes penetraría en el acero que romperse. En este caso se confunde la resistencia que este cuerpo opone á ser rayado, con la resistencia al choque; el diamante es el cuerpo mas duro del reino mineral, porque es capaz de rayar á todos los demás, y no es rayado por otro alguno, pero al mismo tiempo es muy frágil.

En mineralogia se entiende por dureza, la resistencia que un cuerpo opone á ser penetrado por un instrumento cortante, ó á ser desgastado, rayado, por tal ó cual cuerpo. Se dice que un cuerpo es mas ó menos duro que otro, segun que puede rayarle, desgastarle, ó ser rayado ó desgastado por él. Así se dice que el diamante es el mas duro de todos los cuerpos, porque los raya á todos y no es rayado por ninguno, lo cual hace que para tallarle ó pulimentarle sea necesario emplear su propio polvo.

Esta propiedad sirve en muchos casos, para distinguir unas sustancias de otras. Así por este solo carácter, se distinguirá siempre el diamante, el rubí, el zafiro y todo lo que se llama piedras finas, del cristal de roca, que todos aquellos cuerpos rayan con facilidad. Del mismo modo se reconoceran al instante todos los cristales que imitan las diferentes clases de piedras, porque son comparativamente mucho mas blandos, y son profundamente rayados por el cristal de roca, ó por el pedernal, que es una variedad particular, y son tambien desgastados con facilidad por medio de una lima. Pero para servirse ventajosamente de este carácter en mineralogia, es necesario tomar siempre dos términos de comparacion; es preciso determinar qué clase de piedra, de cristal, etc., es capaz de rayar tal ó cual mineral, y por qué otro cuerpo, natural ó artificial es á su vez rayado; seria tambien necesario indicar qué clase de punta se emplea

para rayar un cuerpo, porque, en este punto hay grandísimas diferencias; por ejemplo, una, punta obtusa raya con mucha mas facilidad que una punta aguda, no solo porque es mas sólida, sino porque en cierto modo forma una especie de cuña. Esta diferente accion de las puntas se hace notar especialmente en las que se usan para cortar el vidrio. Para esto se usan puntas de diamante; pero segun las justas observaciones de Wollston, solo las puntas naturales de aristas curvilíneas, ó las que se han hecho tallar de esta manera, pueden producir el efecto apetecido. Los diamantes cristalizados ó tallados de aristas rectilíneas vivas, no hacen mas que rayar sin cortar; por el contrario, todas las sustancias minerales mucho menos duras que el diamante, con tal que lo sean algo mas que el vidrio, adquieren la propiedad de cortar de esta manera, desde el momento que se tallan en caras convexas y aristas curvilíneas.

La dureza, aunque usada desde hace mucho tiempo como carácter mineralógico, no ha sido todavía estudiada con todo el cuidado que seria de desear; depende muy inmediatamente de la disposicion de las particulas de los cuerpos y presenta una multitud de variaciones que pareceria debian tener gran interés. En primer lugar, se observan en el mismo cuerpo, grandes diferencias segun que las particulas se hallan dispuestas regular ó irregularmente, y no se puede en manera alguna comparar bajo este aspecto, las materias cristalizadas y las que resultan de una agregacion confusa de particulas materiales; pero además se reconocen en las sustancias mismas que están cristalizadas diferencias que dependen de la disposicion de las particulas. El carbonato de cal cristalizado en el sistema romboédrico, es menos duro que el mismo cuerpo cuando está cristalizado en el sistema prismático rectangular recto, en el cual constituye el aragonito; esta es una circunstancia comparable á la que se observa entre el acero recocido y el acero templado, y que depende tambien de la diferencia de disposicion de las particulas. El cuarzo cristalizado regularmente (cristal de roca) es menos duro que el pedernal y la ágata, que no se diferencian bajo el aspecto químico, y entre estas últimas sustancias, hay variedades que difieren considerablemente unas de otras. Puede creerse, por el exámen de todos los hechos, que esta propiedad se relaciona muy íntimamente con la estructura interior de los cuerpos, y que algun día las investigaciones sobre la elasticidad, suministrarán datos importantes en este punto.

Chispas producidas por el choque del eslabon. Algunas veces se considera en los cuerpos dotados de cierto grado de dureza, otra propiedad particular, la de dar chispas por el choque del eslabon. La chispa es la combustion de una particula de acero desprendida por el choque, y lanzada rápidamente al aire donde se inflama; así este efecto supone en el cuerpo bastante dureza para romper el acero, y bastante cohesion entre sus particulas para no ser roto fácilmente por el choque, es pues un efecto compuesto de la dureza y de la tenacidad. Varias sustancias mucho mas duras que el cristal de roca, el diamante por ejemplo, no dan chispas tan fácilmente como él, por la sola razon de que son demasiado frágiles. El mismo cristal de roca no da fuego tan fácilmente como la piedra de chispa que no es mas que una variedad, pero que tiene mucha mas tenacidad. Este carácter rara vez es muy útil, porque la mayor parte de las sustancias que podria distinguir, difieren demasiado entre sí por el conjunto de todos los demás caracteres, para que sea necesario recurrir á este.

Tenacidad. Bajo el nombre de tenacidad, ó de fuerza de cohesion, se puede comprender la resistencia que los cuerpos oponen á ser rotos de cualquier manera; pero en mineralogia no se puede considerar bajo esta denominacion mas que la resistencia

al choque. Esta propiedad depende de varias causas; del volumen del cuerpo, de su grado de elasticidad, de su naturaleza íntima; pero las mayores diferencias son producidas por la estructura, y se hacen sentir sobre todo en las distintas variedades de una misma especie. Todos los cuerpos solubles en el agua son en general muy frágiles, lo cual parece depender de su naturaleza. Otro tanto se puede decir de aquellos en que el agua entra como parte constitutiva, y que se llaman hidratos. Entre los cuerpos insolubles, los que son susceptibles de exfoliacion son por lo general mas frágiles que los otros; las variedades compactas de una misma sustancia son mas fáciles de romper que las de estructura laminosa, y sobre todo que las de estructura fibrosa entrelazada que son frecuentemente de una estremada tenacidad. Esta varia tambien segun las diferentes clases de compacidad; los cuerpos que en su fractura presentan el brillo de la resina ó del engrudo seco, son generalmente mas frágiles que aquellos cuya compacidad es vitrea; estos son mas frágiles que los cuerpos compactos pétreos, y sobre todo que los que resultan de una agregacion sólida de particulas pequeñas rodadas. Las sustancias muy celulosas son tambien generalmente muy difíciles de romper, pero esto no se debe tanto á su tenacidad real, como á que el efecto del golpe se propaga muy difícilmente en la masa, y que muere, como se diria vulgarmente, al deshacer la primera celdilla que se encuentra en su direccion.

La tenacidad no está en manera alguna en relacion con la dureza tal como la hemos definido; suele aun suceder con frecuencia, que se halle en razon inversa de esta propiedad; porque un gran número de cuerpos muy duros son mas frágiles que otros muchos, blandos. Esto se debe á que la facilidad de romperse en pedazos depende de la elasticidad, que es por lo general mayor en los cuerpos mas duros. Las sustancias poco elásticas, como la mayor parte de los agregados térreos, que por medio de un choque, aun cuando sea débil, pueden dividirse en varias partes, son mas bien desechas que rotas por el choque.

La tenacidad no es de una gran utilidad en mineralogia, por la razon, sobre todo, de que es difícil evaluar la fuerza del golpe que se da. No se usa este carácter sino como accesorio en la descripcion de un corto número de sustancias, indicando que son mas ó menos frágiles; pero en este punto conviene advertir que los grados de tenacidad, no han sido mejor estudiados que la dureza, y que comparándolos á la disposicion molecular, se encuentran circunstancias análogas á las de dicha propiedad.

La *flexibilidad* es la facultad que poseen ciertas especies minerales, ó ciertas variedades de especies, de poder encorvarse con mas ó menos facilidad sin quebrarse. En general se presenta en todas las sustancias que se hallan en fibras muy delgadas ó filamentos muy finos. En algunas como en lo que se llama vulgarmente amianto, es á veces tal, que la masa es tan blanda como la estopa de seda, y la materia conserva la forma que se le ha dado. Hay otras sustancias que son tambien muy flexibles; pero que vuelven á su primera forma desde el instante en que ha cesado de obrar, porque son al mismo tiempo muy elásticas. Hay tambien materias que presentan cierta flexibilidad por efecto de la disposicion mas ó menos suelta de sus particulas; varias especies de mármoles sacaroideos, materias granuladas, talladas en placa, se hallan en este caso; algunas veces la flexibilidad se aumenta, ó se produce enteramente por la presencia de una cantidad mayor ó menor de pajillas de mica; esto es lo que se observa en ciertas rocas cuarzosas granugientas del Brasil, que se designan ordinariamente con el nombre de gres elástico, ó gres flexible del Brasil. Por su naturaleza misma y por las causas que le producen, este carácter tiene siempre muy