

GUÍA DE LAS COLECCIONES DE ENSEÑANZA

DEL MUSEO MINERALÓGICO-GEOLÓGICO
DE LA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

2.^a Sección: AGREGADOS
Y CARACTERES FÍSICOS DE LOS MINERALES
(N.º 179 a 504, vidrieras 2, 3 y 4)

SUMARIO: Agregados cristalizados. — Agregados cristalinos. — Agregados amorfos. — Seudomorfos. — Agregados de formas orgánicas. — Clivaje. — Fractura. — Dureza. — Tenacidad y Elasticidad. — Densidad. — Lustre. — Colores. — Color del polvo. — Pelucidad. — Carácter metálico y no metálico. — Refracción simple y doble. — Dispersión. — Pleocroismo. — Juego de colores. — Asterismo. — Fluorescencia. — Fosforescencia. — Caracteres eléctricos y magnéticos. — Radioactividad. — Caracteres térmicos. — Caracteres fisiológicos. — Heteromorfismo e Isomorfismo.

AGREGADOS CRISTALIZADOS (N.º 179 a N.º 215)

Sobre la unión regular de cristales (maclas, etc.) está tratado en la primera sección, "Cristales".

Esta guía, si bien tiene en primer término utilidad local, puede ser aprovechada por las escuelas superiores, modificándola según el grado de enseñanza, para formar colecciones adecuadas y redactar sus guías correspondientes, sin las cuales las colecciones de enseñanza no pueden cumplir sus fines didácticos. Quedan así atendidos con esta publicación, los pedidos dirigidos a mí por varias escuelas.

Cuando los cristales se unen irregularmente, forman "agregados". "Agregados cristalizados" se llaman, cuando los individuos están desarrollados libremente, a lo menos en parte. Se distinguen "grupos de cristales" y "drusas de cristales", sin que sea posible fijar límite entre ellos.

Un grupo de cristales es la unión de cristales de tal modo, que ellos se apoyan entre sí. Puede ser completamente libre o tiene uno o algunos pocos puntos de prendimiento, con lo que puede pasar en una drusa. Tales grupos tienen forma esferoidal arrañada, racimosa, nodosa, etc., etc.

N.º 209. Yeso, como se halla en la arcilla pampeana, da una buena muestra de la primera categoría (libre). Otro grupo de la misma categoría, es:

N.º 185. Cuprita. — De la otra categoría son:

N.º 180. Espato fluor.

N.º 198. Hematita.

Bajo *drusa de cristales* se entiende una unión irregular de cristales, puestos el uno al lado del otro, apoyándose ellos sobre un basamento común.

La forma de la drusa depende del espacio formado por este basamento, siendo casi por regla muy irregular.

El basamento puede ser químicamente idéntico con la drusa, siendo los cristales las partes libremente desarrolladas del mismo mineral, que en agregado granuloso, fibroso, etc., forma aquél, como es el caso en:

N.º 181. Pirita de hierro.

N.º 182. Galena.

N.º 195. Cristal de roca.

N.º 204. Dolomia — o el basamento químicamente es distinto de los cristales:

N.º 193. Natrolita.

N.º 206. Chabasita.

Cuando la drusa cubre o llena un espacio esferoidal se llama "geoda", como en los últimos dos casos. Tal estructura se

llama "amigdalóidea" (mal nombre, porque no son siempre formas de almendras).

Nota. — El geólogo aplica a veces la palabra "geoda" en otro sentido.

Drusas costriformes son capas hasta lamelas delgadas, compuestas de muchos cristales pequeños, como nos demuestran:

N.º 192. Pirolusita, y

N.º 210. Azurita y Malaquita.

Los agregados cristalizados están agrupados en nuestra colección según sistemas cristalográficos. Cristales de fácil reconocimiento ofrecen los siguientes agregados:

N.º 179 y 180. Espato fluor. Sistema regular. Cubos.

N.º 181. Piritita de hierro. Sistema regular hemiédrico. Dodecaedros pentagonales. Compárese N.º 103.

N.º 194 a 197. Cristal de roca en prismas y romboedros del sistema hexagonal. Compárese N.º 117 y 118.

N.º 199 a 203. Espato calizo, en romboedros, escalenodros, prismas. Compárese N.º 120 a 126.

N.º 204. Dolomia, en romboedros.

N.º 207. Yeso. Sistema monoclinico. Compárese N.º 95 y N.º 140.

N.º 213 y 214. Adularia (feldespato). Sistema monoclinico. Compárese N.º 144.

N.º 215. Periclina (feldespato). Sistema triclinico.

AGREGADOS CRISTALINOS (N.º 216 a N.º 251)

A. *Su estado interior. (Textura o estructura)*

Agregados cristalinos se forman cuando la sustancia mineral por falta de ambiente (especialmente de espacio) no ha lle-

gádo á desarrollar su forma completa, siendo los individuos que componen el agregado reducidos a tamaño pequeño. Se llaman: *fanero-cristalinos*, cuando los individuos son visibles aun a simple vista (se destacan planos lustrosos del clivaje), *cripto-cristalinos*, cuando ellos son distinguibles solamente por medio del microscopio. Los fanero-cristalinos se dividen según el mayor o menor tamaño de los individuos en macro- y microcristalinos.

Como cada individuo tiene la tendencia de formar cristales. es decir, desarrollarse en ciertas direcciones, esto se manifiesta aun en los agregados en la *textura* (o estructura). Esta puede ser: 1) granulosa o isométrica, cuando el individuo se desarrolló más o menos igual en tres direcciones. El grano puede ser grueso, medio-grueso, fino. 2) fibrosa. Cada individuo es desarrollado principalmente en una dirección (por lo común prismática). Las fibras pueden ser gruesas, medio-gruesas, finas; además: paralelas, radiales, reticuladas, etc.

3) Laminar (hojosa, micacea). Los individuos son desarrollados principalmente en dos direcciones. Las hojas pueden ser finas o gruesas (tabular). Hay formas intermediarias, como ser: hojoso-fibrosa, hojoso-granulosa, etc.

N.º 216. Agregado macrocristalino de grano medio-grueso. Marmol.

N.º 217. Agregado microcristalino de grano fino. Marmol.

N.º 218. Agregado macrocristalino con textura fibroso-paralela, gruesa. Diopsida (Augita).

N.º 219. Agregado microcristalino con textura fibroso-radial, fina. Aragonita.

N.º 220. Agregado microcristalino con fibras paralelas. Yeso.

N.º 221. Agregado de textura fibrosa hasta capiliforme con fibras paralelas. Asbesto.

N.º 222. Agregado macrocristalino radial-fibroso. Wolastonita en mármol.

N.º 223. Agregado macrocristalino, hojoso. Yeso.

N.º 224. Lo mismo. Mica.

Los minerales *criptocristalinos* son afaníticos, es decir, sin textura a simple vista, pero bajo el microscopio tienen una de aquellas tres formas.

N.º 225. Piedra córnea. Agregado criptocristalino.

N.º 226. Calcedonia. Es probablemente una mezcla de cuarzo criptocristalino y amorfo.

Cuando la masa del agregado tiene huecos, la textura se llama cavernosa, porosa, esponjosa.

N.º 227. Limonita criptocristalina, cavernosa.

N.º 228. Glockerita. Agregado criptocristalino esponjoso.

Hay también minerales que tienen textura doble. Tal textura es propia al "Glaskopf" (quiere decir que su forma exterior es la de una bola vidriosa, compárese N.º 232): una variedad del Limonita y del Hematita.

N.º 229. Hematita con textura doble: radioso-fibrosa y lamelar-concéntrica.

B. *Su estado exterior.*

Las formas exteriores de los agregados cristalinos son muy variadas. Las unas se han desarrollado libremente, determinadas por fuerzas interiores, cuando hubo espacio, tomando formas características, como son las oolíticas, estalactíticas, etc.; las otras han tomado, por falta de espacio, formas accidentales, a las cuales pertenecen, por ejemplo, las formas nodosas de la Agata, que llena cavernosidades de rocas. Hay transiciones entre las dos clases. Tratamos las más importantes:

N.º 230. *Agregados oolíticos* (oon = huevo) de Aragonita (Carbonato de calcio rúbico). Los agregados esféricos se han formado a veces completamente libres, siendo luego cementados. Tienen en muchos casos doble textura.

N.º 231. *Agregados semiesféricos* de Dolomia ferrífera, Carbonato de calcio, de magnesio y de hierro. Es una forma de agregado poco frecuente.

N.º 240. "*Eflorescencias*" de sulfato de hierro sobre Pirita de hierro (sulfuro de hierro) formadas por descomposición de éste y por capilaridad. Más conocidas son las eflorescencias frecuentes sobre el suelo de la llanura pampeana, compuestas de sal común, sulfato de sodio, de magnesio, etc., raras veces de salitre.

N.º 241. "*Dendridos*". Formas "arborescentes" (dendron = árbol) de Wolastonita (Silicato de calcio). Se forman por infiltraciones de disoluciones sobre los planos de juntura de rocas, en rajaduras, etc., imitando contornos de plantas (helechos, musgos, etc.).

"*Concreciones*". Son agregados de formas oolíticas, arriñonadas, nodosas, etc., cuya parte central se ha formado primero, creciendo por afuera. Se hallan dentro de otros sedimentos. A veces son limitados por afuera por cristales, acercándose a las "drusas" o a los "grupos de cristales".

N.º 242. Concreción de Yeso (en arcilla, marga, etc.).

N.º 243. Concreción de Markasita (sulfuro de hierro rúbico) procedente de esquisto arcilloso carbonífero.

N.º 244. Concreciones de Boronatrocalcita (Borato de calcio y de sodio) en arcillas saliníferas (Compárese "Colección de minerales de aplicación"). Las concreciones de la "tosca calcárea" en las arcillas pampeanas son mezclas de caliza con más o menos arcilla; pertenecen, pues, a las rocas.

N.º 232. *Los agregados "arriñonados"* (y racimosos) pueden ser considerados como una unión compleja de agregados semiesféricos. Hematita (óxido de hierro) y Limonita (óxido de

hierro hidratado) nos dan el mejor ejemplo, llamados en tal forma "Glaskopf" con doble textura (véase N.º 229).

N.º 233. *Los agregados "estalactíticos"* ofrecen la mayor variación. Son producidos por sedimentación del mineral en disoluciones goteantes (en cavernas) a causa de la evaporación del agua. La muestra es Carbonato de calcio romboédrico (Espato calizo).

N.º 234. *Agregado coraliforme* de carbonato de Calcio rómico (Aragonita). Su formación es la de las estalactitas.

N.º 235. "*Revestimiento*" de Cuarzo (y Calcedonia) sobre "Corche de montaña".

N.º 236. "*Incrustación*" (o revestimiento) de Espato manganeso (Carbonato de manganeso), de forma arriñonada.

N.º 237. Incrustación de Espato calizo sobre Cuarzo. Las más interesantes incrustaciones se han formado sobre cristales (véase N.º 259 y N.º 260).

N.º 238. *Agregados "alambriiformes"* de Plata; Oro y Cobre se halla en las mismas formas (o dentiformes, capilares, en pepitas, escamas, etc.).

N.º 239. *Agregados agujiformes* (o capilares) de Halotrichita (sulfato de aluminio hidratado).

Secreciones. Se han formado por infiltración en porosidades de rocas (eruptivas en mayor parte), siendo las partes exteriores (en contacto con las paredes del hueco) las primeras formadas. Pueden llenar completamente las cavernosidades ("almendras") o queda un hueco, en el cual la secreción termina a veces con cristales (en tal caso "drusa").

N.º 245. Agata (Cuarzo en sus variedades) de forma nodoso es el ejemplo más ilustrativo. Por pulimiento de la masa sale entonces la estructura característica de la Agata. (Compárese la colección de los "minerales de adorno".) Se ha formado dentro de cavernosidades de Melafiro.

N.º 246. "Almendras" pequeñas de carbonato de calcio en porosidades de Melafiro.

N.º 247. Espato calizo como otros minerales llenan a veces en un solo individuo (reconocido por el clivaje) huecos. N.º 247 es parecido a tal forma.

N.º 248. *Filonos* o *vetas* se forman cuando el espacio vacío ha sido una rajadura. Espato calizo, Cuarzo, Baritina, Fluorita, son los más frecuentes minerales que los componen, demostrando muchas veces cristales por adentro.

Inclusiones se llaman los minerales que, de tamaño pequeño, son embutidos completamente en rocas o en otros agregados, prescindiendo de su forma. Indiferente es, cuál de las sustancias se ha formado primero

N.º 249. Granate en Pegmatita (Granito).

N.º 250. Cromita en Serpentina .

Mineral en masa se llama, cuando no se puede decir nada sobre su forma:

N.º 251. Espato fluor.

El nombre "*Espato*", por ejemplo, Feldespato, Espato calizo, Espato fluor, etc., se refiere a minerales no metálicos, que tienen clivaje muy perfecto en varias direcciones.

Fragmentos de minerales y de rocas, como los rodados, las arenas, etc., son formas secundarias, resultado de procedimientos mecánicos y físicos, las que son tratadas en la geología.

N.º 252 a N.º 258 — AGREGADOS AMORFOS

Un mineral amorfo, como el nombre indica, no forma cristales, ni se encuentra al estado cristalino, es decir, la agrupación molecular es irregular (véase Cristales), como es el caso en el vidrio artificial. Un mineral amorfo líquido es el Mercurio. La mayor parte de los minerales amorfos sólidos, los que son muy pocos en comparación con los cristalinos, han pasado en su for-

mación por un estado gelatinoso (coloidal), por ejemplo, el Opalo (ácido silícico), Crisocola (silicato de cobre); otros (ejemplo: Obsidiana, un vidrio natural), por el estado ígneo-fluido, siendo llamados los primeros "porodinos", los otros "hialinos". Los minerales amorfos se conocen, las más veces, a simple vista por sus fracturas, que son como las de vidrio o resina. Pero las hay también en forma de polvo, como muchos minerales arcillosos o kaoliniticos, que se han formado por descomposición de otros.

Las formas exteriores son las de los cristalinos, como ser esferoidales, arriñonadas, incrustaciones, dendridos, filones, etc.

Los vidrios naturales, como el Obsidiana, Tachilita, etc., pertenecen a las rocas eruptivas. Bajo el microscopio (raras veces a simple vista) demuestran muchas veces la "textura fluidal", es decir, una agrupación de cristalitos, etc., producidos por la corrida de la masa ígnea-fluída antes de su solidificación.

Tiza que figura entre las muestras es carbonato de calcio amorfo, pero es más bien roca y no mineral.

SEUDOMORFOS (N.º 259 a N.º 270)

Los seudomorfos (formas falsas) son agregados que imitan cristales. Se distinguen:

A *Seudomorfos hipostáticos* (mecánicamente producidos)

N.º 259. Se ve una costra de forma de un cubo combinado con un octaedro, compuesta de cuarzo, arriba de una masa central de Espato fluor: Cuarzo se ha sedimentado sobre un cristal de este mineral. En este caso, la costra se evidencia como un agregado de cristales pequeños.

N.º 260. Demuestra prismas hexagonales con pinacoide, compuestos de un agregado de cristales pequeños de cuarzo.

También en este caso Cuarzo se ha sedimentado sobre un cristal, pero éste ha sido disuelto después, quedando un hueco. En otros casos, el hueco se ha llenado con cuarzo o con otros minerales.

Esta clase de pseudomorfos, representados en N.º 259 y 260, se llaman hipostáticos, por tener su origen en una sedimentación, siendo no más que incrustaciones de cristales. Ellos, en parte, no merecen el nombre pseudomorfos. Así en:

N.º 261. No se presenta un cristal, sino un mineral (Limonita) en formas cónicas. Pero se ve al revés de los conos las impresiones de planos provenientes de escalenoedros de Espato calizo, los que han desaparecido por disolución después de la sedimentación del Limonita (en agregado fibroso).

N.º 262. Se destacan tablas irregulares de Pirita de hierro y de Galena. Existió antes, probablemente, Baritina, que después de su incrustación por aquellos minerales ha sido disuelto.

B *Seudomorfos metasomáticos (químicos)*

N.º 263. Limonita "después" de Pirita de hierro. Un cubo perfecto de Limonita (óxido de hierro hidratado).

Sabemos que tal forma cristalográfica no corresponde a este mineral (es criptocristalino), por consiguiente, es una forma falsa. Esto se explica que hubo como mineral primario Pirita de hierro (sulfuro de hierro), el cual ha sido transformado químicamente (por oxidación e hidratación) en Limonita. Un resto de Pirita de hierro se encuentra a veces en el centro del cubo. Es uno de los casos más comunes de pseudomorfismo.

N.º 264. Malaquita "después" de Cuprita. Representa un caso análogo al anterior. El mineral primario ha sido Cuprita (óxido de cobre) en dodecaedros rómbicos, el cual, por acción del aire (oxígeno y ácido carbónico) ha sido transformado en Malaquita (carbonato de cobre). Se nota aún adentro Cuprita. Al Malaquita corresponde el sistema monoclinico.

N.º 265. Malaquita "después" de Azurita.

N.º 266. Yeso “después” de Aragonita. Carbonato de calcio rómbico (prisma con pinacoide) es transformado por intermedio de una disolución de $\text{SO}_4 \text{Na}_2$ en sulfato de calcio, con conservación de la forma rómbica ($\text{CO}_3\text{Ca} + \text{SO}_4 \text{Na}_2 = \text{SO}_4 \text{Ca} \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3 \text{Na}_2$), pero ésta no es cristal, sino se compone de cristales pequeños monoclinicos de Yeso.

Más común es el caso contrario de la transformación de Yeso en Aragonita.

N.º 267. Cuarzo “después” de Berilo. Aquí tenemos un caso de mayor cambio de la composición química. El mineral primario en prisma hexagonal holoédrico ha sido Berilo (silicato de berilo y de aluminio). Todo óxido de berilo y de aluminio ha sido reemplazado por Silice.

En todos estos casos de pseudomorfismo metasomático existe todavía una relación química entre el mineral primario y el pseudomorfo, siendo común a ellos a lo menos un componente; en otros, la transformación llega a una completa diferencia sustancial, como en:

N.º 268. Limonita “después” de Espato calizo, es decir, Limonita en forma romboédrica de Espato calizo. Este último, como mineral primario, ha pasado por el estado intermediario de carbonato de hierro, habiendo sido sustituido poco a poco el carbonato de calcio por carbonato de hierro y en seguida transformado éste en Limonita (compárese N.º 261).

N.º 269. Cuarzo “después” de Espato calizo. El carbonato de calcio en romboedros ha sido reemplazado por silice, por intermedio del ácido carbónico y ácido silicio en disolución.

N.º 270. Cristales de cloruro de sodio transformados en arcilla. Se notan algunos vértices de cubos sobresaliendo en la masa arcillosa. Cristales de cloruro de sodio formados en sedimentos arcillosos (en pantanos de salinas, etc.), han sido disuel-

tos y sus moldes luego llenados con limo. No son verdaderos seudomorfos.

“Paramorfismo” es un seudomorfismo sin cambio químico, consistente en una otra agrupación de las moléculas. Puede existir solamente referente a sustancias dimorfas. Ejemplo: Azufre fundido cristaliza en el sistema monoclinico. Los cristales monoclinicos se convierten en un agregado de cristales rómbicos, sin que se pierda la forma monoclinica. Sabemos que el azufre es dimorfo, cristalizando en el sistema rómbico al evaporar sus disoluciones.

Todas las transformaciones químicas son debidas a disoluciones acuosas que han actuado por largos períodos. Como los seudomorfos son formaciones posteriores, se llaman también “Epigenias”. Demás es decir que también los seudomorfos metasomáticos son, según estructura interior, agregados cristalinos, es decir, están compuestos de cristales pequeños.

AGREGADOS DE FORMAS ORGANICAS (Fósiles)

(N.º 271 a N.º 278)

Las formas orgánicas de los minerales provienen de organismos, manifestándose sus formas exteriores o la textura interior o los dos. Es especialmente Carbonato de calcio o Cuarzo (también otros minerales hasta metálicos, como Piritas de hierro, Limonita, etc.), los que suministran el material para la petrificación. La textura del mineral es en muchos casos la imitación exacta de la textura del organismo. Pueden ser comparados con los seudomorfos.

Nº 271. Travertina (“Tofa”). Es una incrustación de plantas por carbonato de calcio.

Nº 272. Conchíferos, cuya forma exterior e interior son

petrificadas; la primera se manifiesta en impresiones, la segunda en moldes, habiendo desaparecido la concha misma por disolución.

N° 273. Representa la concha misma de las anteriores muestras.

La mayor parte de los "fósiles" son las habitaciones o los esqueletos calcáreos de animales, habiendo tenido lugar poca transformación.

N.° 274. Fósil de la familia de los Equinodermatas: Clypeaster.

N.° 275. Un pez fósil. El cuerpo es aplastado y carbonizado.

N.° 276. Plantas fósiles. Igualmente carbonizadas. Su acumulación forma las distintas clases (según las plantas, etc.), del Carbón.

N.° 277 y 278. Madera petrificada por infiltración de Opalo (ácido silícico) o de Cuarzo (ácido silícico anhídrico). La textura interior de la madera es bien distinguible en el primer caso.

CLIVAJE (N.° 279 a N.° 291)

N.° 279. Cada cristal de Espato calizo (sistema hexonal-hemiédrico o romboédrico) cualquiera que sea su forma (romboedros, escalenoedros, prismas, etc.) rompe al sufrir un golpe en romboedros (de 105°), cuyos planos son lisos y lustrosos. Se dice: espato calizo tiene "clivaje romboédrico" o clivaje según R.

N.° 280. Agregado macrocristalino de Espato calizo (Mármol), en el que se puede observar el clivaje romboédrico de los cristales que le componen.

N.° 281. Al romper un cristal cúbico de sal común (sistema regular) resultan pequeños cubos (en sentido cristalográfico, siendo los ángulos = 90°), es decir, sal común tiene clivaje

cúbico o clivaje según $\infty O \infty$. — Otros resultados se obtienen:

N.º 282. Si se da un golpe a un cristal cúbico de Espato fluor contra sus vértices, éstas saltan, formándose planos lisos que corresponden a los planos del octaedro. Más evidente sale esto, si se rompe un cristal de la combinación del cubo con el octaedro o cristales de este último (N.º 283). Rompiendo un cubo del Espato fluor con cierto cuidado, se puede conseguir un octaedro completo. El clivaje de la Fluorita es, pues, octaédrico o según O.

En los casos citados tenemos para cada especie de mineral un solo clivaje, pero pueden existir también varios, correspondiendo a varios distintos planos; sin embargo, uno de ellos es por regla el más perfecto. Así tiene:

N.º 284. Yeso (sistema monoclinico) tres clivajes. El más perfecto corre paralelo al plano más grande de la cristal (clinopinacoide). Otro menos perfecto, fibroso y de lustre sedoso, es paralelo a los dos planos de la hemipirámide (pero parece como un solo plano rajado, fibroso); el tercer clivaje (paralelo al ortopinacoide) es imperfecto, manifestándose en una superficie algo concoidal.

N.º 285. Representa pedazos del clivaje de la Baritina (rómico) en los que se conoce dos planos de igual valor, paralelos a los planos del prisma, mientras el tercero, el más perfecto, es perpendicular a ellos (según el pinacoide). El Baritina tiene pues, clivaje según ∞P y según $o P$ (o según otra interpretación de los cristales, según $\infty P \infty$ y según $P \overline{\infty}$).

N.º 286. Demuestra el clivaje del Ortoclasa (Feldespatos del sistema monoclinico) en dos direcciones, perpendiculares entre sí (según el pinacoide y según el clinopinacoide: $o P$ y $\infty P \overline{\infty}$) de igual perfección. De este clivaje viene el nombre "Ortoclasa".

N.º 287. Clivaje cúbico (según $\infty O \infty$) de la Galena.

N.º 288. Muscovita. Clivaje muy perfecto, según el Pinacoide ($o P$).

N.º 289. Turmalina, con clivaje muy imperfecto, según ∞P_2 ; hay también según R., pero raras veces se presentan.

N.º 290. Magnetita. No se nota clivaje o es muy imperfecto. A veces parece presentar clivaje, pero esto es debido a una estructura lamelar, según los planos del octaedro. Tal estructura se halla también en otros minerales (Dialaga, variedad de Piroxena y otras).

N.º 291. Labradorita (Feldespatos triclinicos). Los planos del clivaje son estriados, debido a la formación de maclas polisintéticas (compárese N.º 163; sección Cristales); es muy característica para todos los feldespatos triclinicos.

Resulta, pues, que los planos del clivaje son siempre paralelos a planos de cristales, es decir, el mínimo de la cohesión de las partículas más pequeñas es perpendicular a ellos y que el clivaje es tanto más perfecto cuando mayor es la diferencia entre el mínimo y el máximo de la cohesión, teniendo la misma especie de mineral siempre el mismo clivaje. Esto se manifiesta tanto en cristales perfectos, imperfectos o en pedazos de ellos, como en los agregados cristalinos (N.º 280), si bien en éstos no está siempre bien a la vista, disminuyéndose en los micro y criptocristalinos hasta su completa desaparición, no pudiendo ser observados a veces ni con el microscopio. Se comprende como el clivaje es uno de los caracteres más importantes de los minerales. El principiante confunde muchas veces formas, producidas por el clivaje, por ejemplo los romboedros del Espato calizo (N.º 279) o los cubos de sal común (N.º 281) con cristales, como en general planos del clivaje con planos de cristales. Estos últimos tienen casi siempre pequeñas irregularidades como resultado del crecimiento o de la acumulación de polvo fino durante su formación y por consiguiente no presentan mucho lustre.

Relaciones de cohesión se manifiestan a veces también por presión, limando las aristas opuestas de un cubo de sal común (o del clivaje) regularmente y sujetando el cubo entre estos planos a una presión, enton-

ces se forma un plano de separación que es paralelo a ∞O (dodecaedro rómbico, cuyos planos truncan las aristas del cubo); por consiguiente, una dirección en la que no hay clivaje.

Semejantes planos o "figuras" pueden ser producidos por un golpe liviano dado sobre una gubia (usado para metales) que se pone sobre un plano de clivaje de sal común, formándose dos rajaduras perpendiculares entre sí, paralelos a ∞O .

En la Mica (Muscovita con dos ejes ópticos) se produce aplicando una aguja con punta fina, una estrella de seis o tres rayos, relacionados con los ejes o con ciertos planos de cristales.

También por medios corrosivos (ácidos), que se deja actuar sobre planos, resultan figuras, las que son las mismas en planos equivalentes.

Ellos, como los otros arriba mencionados, permiten muchas veces la determinación del sistema cristaligráfico.

N.º 292 a N.º 297 — FRACTURA

Cada mineral tiene su clivaje, es decir, mínimo y máximo de cohesión. Si la diferencia entre ellos es muy pequeña, va a producirse un clivaje muy imperfecto, limitado a puntos y difícil a averiguarle. En tal caso, al romper un mineral se produce un plano que se llama "fractura". Naturalmente, es muy difícil practicarla en minerales con clivaje muy perfecto. Según la calidad se distinguen: concooidal, llana, no llana, lisa, astillosa, terrosa, erizada. Concooidal se llama, cuando tiene la superficie como la de las conchas (con cavidades y con líneas concéntricas). Es una forma muy característica para el Cuarzo y Opalo (N.º 295 y 296). Los nombres mismos de las otras variedades dan su carácter. Fractura erizada tienen los metales pesados (Hierro, Cobre, etc.).

DUREZA (N.º 298 a N.º 310)

Bajo dureza se entiende la resistencia que la superficie de un mineral opone al ser rajada por otro mineral. Su grado se in-

dica por comparación con la "escala de Mohs", compuesta de los siguientes diez minerales:

N.º 298 a N.º 307. 1) Talco; 2) Yeso; 3) Caliza; 4) Espato fluor; 5) Apatita; 6) Feldespato; 7) Cuarzo; 8) Topacio; 9) Corindón; 10) Diamante.

Se intenta principiando con los representantes de los menores grados de la escala (en fragmentos agudos) a rayar el mineral. Si el mineral es rayado tiene dureza menor que el de la escala. Entonces se ve si el grado menor de ésta se deja rayar. Si esto no es el caso, entonces el mineral tiene la dureza de este miembro de la escala; en caso contrario, su dureza está situada entre los dos de la escala. Por consiguiente, un mineral rayado, por ejemplo, por Espato fluor, pero no raya Espato calizo, tiene dureza = 3 (ejemplo Bornita); un mineral rayado por Espato fluor y que raya Espato calizo, tiene dureza = 3,5 (Aragonita, Blenda). Es de notar que las diferencias entre los miembros de la escala no son iguales.

Determinación aproximativa se obtiene por medio de la uña y por la cortapluma:

1) Minerales rayados por la uña tienen dureza 1 hasta 2, inclusive. 2) Minerales que son rayados por una cortapluma buena tienen dureza entre 3 y 5. 3) Minerales no rayados por la cortapluma tienen grado 6 y arriba. Hay que convencerse siempre si se produce una raya verdadera (surco) para no confundir el polvo del miembro de la escala con ella (análogo a la raya que produce lápiz sobre el papel).

La determinación de la dureza según la escala es para determinación de los minerales prácticamente suficiente, pero no es exacta. La dureza varía ya en algo con la naturaleza del agregado (fibroso, lamelar, etc.) y según la dirección en la que se le raya. Mas, ella se manifiesta distinta no solamente en distintos planos de un cristal, sino también en el mismo plano, según la dirección en la que se hace el ensayo. Fácilmente salta tal diferencia en el:

N.º 308. Distena (Cianita). Su plano prismático demuestra dureza 5 y 7, según que se le raya en dirección de su mayor largo o perpendicular a ella. Esto se puede averiguar por medio de la escala, en otros casos — como en general para más exacta determinación de la durezza — se precisa instrumentos especiales (Esclerómetro).

N.º 309 y N.º 310. Así se obtiene “curvas de dureza” que representan los distintos grados de dureza de un plano, como está ejemplificado en cuanto al cubo de sal común y de espato fluor. En el primero, las direcciones de mayor dureza están paralelas a los diagonales de los planos, mientras en el cubo del espato fluor son paralelas a las aristas. Tomando en consideración que las direcciones del clivaje (mínimo de coherencia) en los cubos de sal común son paralelas a las aristas, pero en el espato fluor paralelas a los diagonales (cortan las vértices del cubo) se ve que existe cierta relación entre dureza y clivaje.

Resulta, pues, que grandes dificultades se oponen a la averiguación exacta de la dureza. Un agregado criptocristalino en el que los individuos están reducidos casi a puntos, serían los más adecuados para la determinación del grado medio, porque representaría la resultante de todos los grados que se hallan en distintas direcciones.

TENACIDAD Y ELASTICIDAD (N.º 311 a N.º 321)

La tenacidad o la calidad de cohesión se manifiesta, cuando los minerales están sujetos a fuerzas mecánicas que intentan cambiar su forma. Las diferencias de la tenacidad representan siguientes estados principales:

N.º 311 a N.º 315. *Frágil*. — Los minerales se deshacen en fragmentos saltantes por un golpe de martillo — o quiebran, saltando los fragmentos, al cortarlos con una cortapluma. La mayor

parte de los minerales como: Cuarzo, Feldespato, Caliza, Pirita de hierro, etc.

N.º 315 y 316. *Sectil*. — Son aplastados por un golpe de martillo, pero la masa se deshace en polvo o parte a lo menos parcialmente en fragmentos. Cortados con la cortapluma se forma un plano liso y un polvo o fragmentos que no saltan.

Bismuto, Chalcosina, Talco.

N.º 317. *Maleable*. — Son aplastados por un golpe sin que se separen. Son cortados en virutas, sin que se forme polvo.

Oro, Plata, Cobre, Cloruro y sulfuro de plata.

N.º 318 y 319. *Flexible*. — Hojas del mineral pueden ser curvadas, sin volver a su forma.

Clorita, Talco.

N.º 320. *Elástico*. — Hojas al ser curvadas vuelven a su forma.

Mica.

N.º 321. *Dúctil*. — El mineral se deja amartillar en hojas delgadas o tirar en alambres.

Los metales se agrupan en el primer sentido en: Oro, Plata, Platino, Hierro, Cobre, Zinc, Estaño, Plomo; en el segundo sentido en: Oro, Plata, Cobre, Estaño, Platino, Plomo, Zinc, Hierro.

Todas las diferencias de la tenacidad se basan en el mayor o menor grado de la elasticidad que todos los minerales tienen, si bien las relaciones exactas entre cohesión y elasticidad todavía no son conocidas.

La elasticidad es en minerales amorfos la misma en todas las direcciones; en cristales la misma solamente en direcciones cristalográficamente iguales, pero distinta en direcciones no equivalentes.

Para determinar la elasticidad se corta del mineral un baculito y se mide el alargamiento que pesadas colgadas en él producen, o se pone pesadas arriba del baculito, determinando su compresión.

El coeficiente de la elasticidad expresa cuántos kilogramos se precisan para alargar por el doble un baculito cuadrático de 1 mm. de corte o comprimirle a la mitad.

PESO ESPECIFICO o DENSIDAD (D) (N.º 322 a N.º 344)

Damos una lista de minerales de importancia, con inclusión de algunas sustancias de origen orgánico, en la seguida del aumento de la densidad, siendo subrayados los representados en la colección. Volúmenes iguales de polvo en tubitos están agregados a algunos de éstos para la mejor comparación.

N.º 322 y 323. — 0.6...1.0. *Petróleo, Ozokerita, Agua.*

N.º 324. — 1.0...1.5. *Ulla, Carbonato de sodio.*

N.º 325 y 326. — 1.5...2. *Alumbre, Bórax, Salitre, Vitriolo de hierro. Espuma del Mar.*

N.º 327 y 328. — 2...2.5. *Yeso, Sal común, Azufre, Grafito.*

N.º 329 a N.º 331. — 2.5...3.0. *Cuarzo, Feldespato, Espato calizo, Dolomia, Mica.*

N.º 332. — 3.0...3.5. *Espato fluor, Augita, Anfíbol. Turmalina, Diamante.*

N.º 333. — 3.5...4.0. *Carbonato de hierro. Malaquita, Azurita, Limonita.*

N.º 334 y 335. — 4.0...4.5. *Baritina, Blenda*

N.º 336 a N.º 339. — 4.5...5.5. *Pirita de cobre, Pirita de Hierro, Magnetita, Hematita.*

N.º 340 y 341. — 5.5...6.5. *Cuprita, Arsénico, Pirita arsenical, Hematita.*

N.º 342. — 6.5...8. *Cerusita, Galena, Casiterita, Hierro (7.8, puro).*

	8.5.	Cobre (puro, como los siguientes):
N.º 343. —	10.5.	Plata.
	11.3.	Plomo.
N.º 344. —	13.5.	Mercurio.
	19.3.	Oro.
	19.7-21.2.	Platino.
	21-23.	Iridio.

El peso específico de los minerales que componen las rocas, como el suelo en general, está situado entre 2 y 3,5.

Como se ve, el peso específico de una sustancia es expresado por un número que indica cuántas veces ella es más pesado que el igual volumen de agua (de 4°C); por consiguiente, indica a la vez el peso de un centímetro cúbico en gramos. Su determinación se obtiene por medio de los siguientes aparatos:

1) La **balanza hidrostática**. Se determina el peso absoluto (p) en el aire, luego en el agua, colgada la sustancia en un hilo. La diferencia (qu) entre las dos da el peso de igual volumen de agua. El peso esp.

$$\text{es } \frac{p}{qu}$$

Se precisa para tal determinación fragmentos grandes del mineral.

2) El **Picnómetro** (picnos = denso). El permite la determinación de muy pequeños fragmentos hasta polvo. Consiste en un frasquito de vidrio pequeño que, llenado con agua, tiene volumen y peso constante (p). Se le llena con agua y con el polvo del mineral. La diferencia del peso (qu) da el peso del volumen de agua, reemplazado por el polvo; por consi-

$$\text{guiente, el peso esp. es } \frac{p}{qu}$$

3) El aparato de **Jolly** sirve para una determinación aproximativa de fragmentos de minerales, dando por su fácil manejo en muchos casos (minerales metálicos) buenos resultados. Una espiral metálica reemplaza la balanza, siendo los pesos proporcionales a las tensiones, las que son determinadas por medio de una graduación en un espejo.

4) Una importancia grande tiene la determinación de la densidad por medio de líquidos pesados, de los cuales el de Thoulet (Ioduro de potasio y de mercurio) y el de Klein (Borowolframato de cadmio) tienen más aplicación. Los dos líquidos, cuyo peso esp. máximo es 3,2 y 3,6 respectivamente, dejan diluirse con agua. Se lleva el grano del mineral en el líquido, agregando agua hasta quedar parado en cualquier punto, sin bajar y sin subir. El peso específico del líquido que se determina por la balanza de Westphal o por "indicadores" (cuerpos de peso esp. conocido), es el del mineral. Los líquidos pesados sirven, además, para separar mezclas de distintos minerales, por ejemplo: arena. Al echarlas en el líquido, las partes más pesadas que el líquido, se hunden hasta el suelo del aparato y son separadas por ciertas disposiciones de éste. Entonces se diluye el líquido, con lo que otras partes se hunden, y así se sigue separando las especies minerales.

LUSTRE (N.º 345 a N.º 360)

El lustre es un efecto de la reflexión de la luz; sin embargo, esta definición precisa una ampliación, como veremos. Se distinguen calidad y cantidad del lustre. La cantidad es de menor importancia, porque depende, sobre todo, de la superficie del mineral, si ella es plana y lisa (cristales y clivajes) o no (fractura de un cristal), si ella pertenece a un agregado, debiendo variar según la naturaleza de él (macro o microcristalino), si la superficie es compacta o porosa y según otros factores más.

Según la *calidad* del lustre dejan distinguirse siguientes clases, las que, sin embargo, tienen transiciones.

N.º 345. El *lustre diamantino* es el lustre intenso del Diamante. Se encuentra a veces también en la Blenda (sulfuro de zinc) y en el Carbonato de plomo. Solamente minerales transparentes y planos lisos le tienen. En esta clase de lustre se evidencia que él no es solamente un efecto del reflejo, sino de la gran refracción que tiene el diamante.

Cuando el mineral es algo opaco (blenda) el lustre toma carácter metálico.

N.º 346. El *lustre vidrioso* es menos vivo que el anterior y característico para muchísimos minerales, como para el cuarzo, pero solamente sobre los planos de los cristales de este mineral, mientras la fractura tiene lustre grasoso. Puede encontrarse sobre planos como sobre fracturas.

N.º 347. El *lustre grasoso* es especialmente característico para la superficie de fracturas y ante todo para las de forma conoidal (Cuarzo, N.º 346), es decir, para fracturas onduladas.

La estructura interior desempeña muy probablemente un papel importante. El mejor ejemplo de tal lustre, nos ofrece la fractura del azufre.

N.º 348 y 349. El *lustre nacarado* es el lustre que tiene nácar. En el reino mineral él se encuentra solamente sobre planos

muy perfectos (en cristales como en clivajes) y es debido en la mayor parte de los casos a una reflexión total, producida por la interposición de capas muy delgadas de aire o de otra sustancia ajena entre las numerosas lamelas muy finas del mineral (como en el nácar). La mica (Muscovita) presenta tal lustre muy perfecta, cuando las hojitas son torcidas, es decir, cuando se ha producido un deshojamiento (N.º 348). Cuando éste no existe, el lustre de la mica es perfectamente vidrioso (N.º 349). En este caso se ve la dependencia del lustre de la estructura interior. Esta clase de lustre puede aproximarse a veces al lustre metálico, como es el caso en N.º 348 ("Plata del gato" o cuando la mica es amarilla "Oro del gato"). Es combinada muchas veces con irrisación, debido a la misma estructura.

N.º 350. El *lustre sedoso* demuestran agregados finamente fibrosos, como el asbesto, el boronatrocalcita y muchos otros minerales. Se encuentra también en cristales, en los que un clivaje muy perfecto es cortado bajo ángulo obtuso por un otro, con lo que el cristal forma un agregado fibroso (véase Yeso; Clivaje N.º 284).

Todas estas cinco clases de lustre se refieren a minerales transparentes o turbios a causa de inclusiones muy finas, mientras:

N.º 351 a 353. El *lustre metálico* se manifiesta en minerales opacos, siendo, pues, propio a los metales pesados y a muchos de sus compuestos (N.º 351), encontrándose arras veces en minerales no metálicos (minerales idiocromáticos, N.º 367, ejemplo Grafito).

El lustre metálico puede ser perfecto o imperfecto (medio) cuando tiene transiciones en las otras clases.

Además de la Bronzita (mineral no metálico, 352), de Blenda (353), tienen lustre medio metálico: Antracita, Hematita, Rosicler oscuro y negro, etc.

Estas clases de la calidad del lustre son de alta importancia para el reconocimiento de los minerales, mucho más que la *can-*

tidad, por ser dependiente ella de muchos factores variables en el mismo mineral, como ya se ha dicho. En general, se puede decir que el lustre diamantino, el metálico, vidrioso y grasoso representan la seguida de la intensidad, disminuyéndose ella gradualmente, es decir, se distinguen siguientes grados:

N.º 354 a N.º 358. *Muy lustroso, lustroso, poco lustroso, resplandeciente, sin lustre o mate*. Lustre resplandeciente, consistente en que, según la posición del plano, el reflejo aparece y desaparece en numerosos puntos; se manifiesta muchas veces en agregados finamente micro-cristalinos, proveniente el brillo de planos muy pequeños de cristales (alabastro, caliza, microcristalino, hasta afanítica, etc.).

N.º 359 y N.º 360. Los planos equivalentes de cristales, como los equivalentes de clivaje, tienen el mismo lustre, mientras los no equivalentes demuestran muchas veces, tanto en calidad como en cantidad, diferencias. Así el espato calizo (N.º 359) tiene sobre el pinacoide (oR) lustre nacarado, sobre los prismas, romboedros, etc., lustre vidrioso. La Desmina (N.º 360) (un silicato monoclinico) demuestra sobre el clinopinacoide lustre nacarado, sobre otros planos lustre vidrioso.

Se ve el lustre es un fenómeno físico muy complejo, una función de la reflexión, de la refracción y de la estructura interior del mineral, cuyos detalles todavía no son conocidos.

COLORES (N.º 361 a N.º 441)

Minerales que reflejan o transmiten solo ciertos rayos de los que componen la luz blanca, tienen color.

Son incoloros los minerales que transmiten completamente la luz blanca: Espato calizo (N.º 398), Cristal de roca (N.º 379).

Reflexión dispersa de la luz produce color blanco: Mármol,

Tiza, etc. Color negro resulta, cuando todos los rayos son absorbidos, gris al ser absorbidos ellos incompletamente.

Los colores tienen ciertos caracteres, según que se encuentran en minerales opacos, turbios o transparentes, por cuya razón se distinguen: colores metálicos y no metálicos.

N.º 361 a N.º 370. *Los colores metálicos* son:

Rojo de cobre: Cobre.

Amarillo de oro, amarillo de bronce (Pirita de hierro) y amarillo de latón (Pirita de cobre).

Blanco de Plata, blanco de Estaño.

Gris de Plomo (Galena), gris de acero (Grafito y Arsenopirita); con matices rojizo, blanquecino, negruzco, etc.

Negro de Hierro (Pirolusita) con matices grises, etc.

Pardo de tumbaga.

Los colores no metálicos pueden ser agrupados entre los siguientes ocho principales, de los cuales uno se elige como el más puro:

- a. Colores blancos: Blanco de nieve con sus matices.
- b. Colores grises: Gris de ceniza con sus matices.
- c. Colores negros: Negro de terciopelo con sus matices.
- d. Colores azules: Azul de Prusia con sus matices.
- e. Colores verdes: Verde de esmeralda con sus matices.
- f. Colores amarillos: Amarillo de limón con sus matices.
- g. Colores rojos: Rojo de carmín con sus matices.
- h. Colores pardos: Pardo de castaño con sus matices.

Como cada color tiene muchos matices y variable intensidad, pasando el uno en el otro, es lo mejor, para distinguirlos, servirse de la "escala internacional de colores".

Desde otro punto de vista se distinguen minerales idiocromáticos y alocromáticos.

Minerales idiocromáticos, son los que tienen color propio, es decir, en todas sus variedades siempre se presenta el mismo color. Son, ante todo, los metales pesados (oro, plata, cobre, etc.),

como la mayor parte de sus compuestos (sulfuros, arseniuros, etc.).

Los colores varían muchas veces en algo, según que el mineral se encuentran en cristales o en agregados.

N.º 371 y N.º 372. Azufre. Amarillo de azufre. El color del agregado microcristalino es mucho más claro.

N.º 367 y N.º 368. Grafito. Gris de acero hasta negro de hierro, según que el agregado es macro o microcristalino.

Es una de las pocas sustancias no metálicas que tienen color metálico (a veces también Antracita).

N.º 361. Cobre. Rojo de cobre. Según el agregado más o menos intenso.

N.º 365. Galena. Gris de plomo, pero algo distinto, según que el agregado es macro o microcristalino.

N.º 363 y N.º 364. Pirita de hierro. Amarillo de bronce, pero también con matices distintos en los cristales o en agregados.

N.º 365. Pirita de cobre. Amarillo de latón.

Este mineral se encuentra muchas veces mezclado con pirita de hierro en agregados microcristalinos, siendo entonces difícil distinguirlos, según el color.

N.º 362. Niquelina. Rojo de cobre con viso amarillento.

N.º 369. Arsenopirita. Gris de acero.

N.º 370. Pirolusita. Negro de hierro.

N.º 373 y N.º 374. Malaquita. Verde de esmeralda en los agregados macrocristalinos, más claro en los agregados microcristalinos.

N.º 375 y N.º 376. Azurita. Azul de Prusia en el agregado macrocristalino, más claro en el agregado terroso.

N.º 377. Vitriolo de cobre. Azul celeste oscuro.

N.º 378. Espato manganeso. Rosado.

Minerales alocromáticos.

Ellos deben su coloración a la mezcla con otras sustancias,

siendo incoloros en sus variedades más puras. El cuarzo con sus múltiples colores, es el ejemplo más común.

Los pigmentos son muy variados, como carbono y carburos hidrogenados (“sustancia orgánica”), pero más frecuentes son óxidos de metales o partículas (también cristales muy pequeños) de otros minerales de color. Una pequeña variación de la composición química puede producir también un cambio en la coloración, actuando especialmente los metales pesados, como es el caso muchas veces en los silicatos (con color pardo o verde por el hierro). Sustancias isomorfas desempeñan un rol importante. Así, por ejemplo, carbonato de hierro y carbonato de manganeso, que son isomorfos (forman los mismos cristales) pueden mezclarse, produciendo el último una coloración roja más o menos intensa, según su cantidad. Silicato de calcio y silicato de manganeso dan el mismo efecto. Son en especial silicatos isomorfos, cuya mezcla producen variados colores.

Los pigmentos son a veces conocidos por medio del microscopio, pero en muchos casos son tan finamente divididos y en tan poca cantidad, que ni por la análisis química pueden ser constatados.

Cuando ellos existen en gran cantidad, influyen en los caracteres físicos y químicos del mineral.

Una variación del color puede ser también el resultado de una absorción distinta de la luz, cuando el mineral se presta en capas de grueso distinto.

N.º 379. Cristal de roca. Incoloro.

N.º 380. Cristal de roca ahumado (Morion) por sustancia orgánica.

N.º 381. Ametista. Al 250° se pone amarillo (“Topacio” falsificado). La sustancia coloreante es desconocida.

N.º 382. Cuarzo rosado, coloreado por óxido de titanio.

N.º 383 y 384. Cuarzo ferruginoso, coloreado por óxido de hierro hidratado.

N.º 385. Crisoprasa. Sílice coloreado por óxido de níquel.

N.º 386. Jaspe. Sílice coloreado probablemente igualmente por óxido de níquel.

N.º 387. Jaspe coloreado por óxido de hierro.

N.º 388. Jaspe de varios colores por óxidos de hierro.

N.º 389. Heliotropo. Sílice coloreado de verde por Heliminta (Clorita) con manchas rojizas por óxido de hierro.

N.º 390. Opalo (Hialita) incoloro.

N.º 391. Opalo común, coloreado por hierro?

N.º 392. Sal común, incoloro.

N.º 393. Sal común. Azul de índigo por carburo hidrogenado. La coloración se pierde por calcinación.

N.º 394 a N.º 397. Espato fluor. Incoloro, verde, amarillo, azul, etc., por carburos hidrogenados, poniéndose blanco por calcinación, como es el caso con todas las sustancias orgánicas coloreantes.

N.º 398 a N.º 400. Espato calizo. Incoloro, rojizo, rojizo-amarillento por óxido de hierro.

N.º 401. Espato calizo. Negro por mezcla con óxido de manganeso, resultado de la oxidación del carbonato de manganeso (en mezcla con carbonato de calcio).

N.º 402. Mármol blanco. Es compuesto de una infinidad de cristales pequeños de espato calizo, incoloros; no obstante, es blanco por reflexión dispersa completa.

N.º 404. Onyx-Mármol. Verde por compuesto de hierro por cuya descomposición en óxido de hierro resultan las manchas y vetitas coloradas.

N.º 405. Caliza común, coloreada por sustancia bituminosa.

N.º 406 y N.º 407. Baritina blanca y verde (por sustancia orgánica?)

N.º 408. Yeso. Blanco y rosado (por hierro).

N.º 409 a N.º 411. Ortoclasa (feldespato) blanco, agrisado y rojo (por mezcla con mineral de hierro).

N.º 412 a N.º 415. Granate de varios colores por mezclas con sustancias isomórficas (muchas veces de hierro).

N.º 416. Epidota, verde por silicato de hierro.

N.º 417. Thulita (variedad de la Epidota), coloreada en rojo por silicato de manganeso.

N.º 418. Anfíbol en variedades de distintos colores, por su variable composición química a causa de mezclas isomórficas. Por la misma razón:

N.º 419. Turmalina en muy distintos colores: blanca, rosada, verde, negra, etc.

N.º 420 a N.º 422. Minerales kaolíníticos, coloreados por óxido de hierro.

N.º 423. Mineral kaolínítico, cuya coloración azul oscuro es tal vez debida a un silicato de manganeso y de hierro.

Colores múltiples. Al tratar el alochromatismo ya hemos visto que la misma especie de mineral puede tener varios colores en distintos individuos o en distintas agregaciones (ejemplo: Fluorita, N.º 394 a N.º 397). Pero pasa a veces que el mismo individuo demuestra matices hasta colores completamente distintos. El mejor ejemplo nos ofrece:

N.º 424. Turmalina con fajas paralelas de muy distintos colores, cuyos límites son bien marcados en parte. Este, como los demás casos de colores múltiples, hay que atribuirlo a un cambio químico durante el crecimiento del cristal o de los agregados. Cristales de Turmalina, cuyos extremos son negros, son conocidos bajo el nombre "Cabeza del Negro" (Isla de Elba, N.º 132).

N.º 425. Espato fluor. Un fragmento de un cristal que representa otro caso, en tanto que los límites de los colores no son bien distintos. Los cristales de 426 son blancos con matiz azul, más o menos oscuro.

N.º 427 y 428. Baritina. Se ve cómo capas incoloras cambian con capas coloradas por óxido de hierro.

Variación de colores es más común en agregados que en cristales, ante todo en agregados micro o criptocristalinos, con

transición de los colores o con separación de ellos. Es otra vez:

N.º 429 a 431. Espato fluor entre los ejemplos muy característicos. Puede ser mencionada también la Agata.

Colores superficiales. Ellos tienen su causa en procedimientos químicos, las más de las veces en una oxidación. Resulta en algunos casos un cambio mínimo que se extendió solamente a la superficie del mineral, formando capas sumamente delgadas, debajo de las cuales aparece el verdadero color del mineral. A esta clase pertenecen:

N.º 432 a N.º 435. Pirita de cobre, Bornita, Limonita y Hematita con colores de iris. Pirita de cobre es el ejemplo más propagado. La acción de la luz sobre las películas delgadas produce el fenómeno de la "interferencia de la luz", el mismo que se observa en el juego de colores de las ampollas del agua jabonada. En otros casos, el color es simple como en:

N.º 436. Arsénico nativo, con una capa negra. En la quebradura sale el color gris metálico.

N.º 437. Plata nativa, con superficie amarillenta, parecido así a Oro nativo.

N.º 438. Cobre nativo. Su superficie es negra por formación de óxido de cobre. En otros casos verde, a causa de la formación de Malaquita.

En todos estos casos el cambio de color es superficial, pero él puede entrar más en el interior del mineral, produciéndose color más oscuro o más claro:

N.º 439. Espato de hierro. Su color intacto es gris-amarillento, pero por la fácil transformación del carbonato de hierro en Hierro pardo (óxido de hierro hidratado) se pone más oscuro (hasta pardo-negrusco). Cuando el espato de hierro contiene carbonato de manganeso, se produce color negro a causa de la formación de bióxido de manganeso (Pirolusita). Carbonato de manganeso es rosado (N.º 378).

N.º 440. Agata de color rojo (por mínimas cantidades del óxido de hierro) se ha descoloreado. La causa es una transfor-

mación del cuarzo en un polvo muy fino, una desagregación, con lo que el color desaparece, poniéndose blanco (por reflexión dispersa). Piedras de adorno (Topacio, Crisoprasa, Cuarzo rosado y otras) pierden a veces también su color.

N.º 441. Vitriolo de cobre. Se ha puesto blanco por pérdida de agua ("deshidratación"). Muchas otras sales incoloras transparentes cambian en blanco por la misma causa.

Todos estos cambios de colores, en particular los superficiales, nos obligan a tener mucho cuidado con los colores como factor en la determinación de los minerales, siendo necesario para ello tener el mineral en estado fresco. En cada caso es necesario quebrar el mineral.

COLOR DEL POLVO O DE LA RAYA (N.º 442 a N.º 448)

El color de los minerales, también el de los idiocromáticos (compárese N.º 363, 364 y 366), es casi siempre algo variable, según el estado de la agregación, si es macro-micro o criptocristalina. Un cambio sale más evidente al pulverizar el mineral o rayarle sobre porcelana de biscuit. El color así producido puede ser más oscuro o más claro que el del mineral, debido en primer caso a la mayor absorción de la luz, en el segundo al mayor grado de reflexión total. Es un carácter de gran importancia para la distinción de los minerales.

N.º 442. Pirita de hierro con polvo negruzco.

N.º 443. Galena con polvo gris-negruzco.

N.º 444. Hematita (Hierro rojo) con polvo rojo de sangre, a veces algo más oscuro, hasta rojo-parduzco, el que ha dado al mineral el nombre (haima = sangre). El "ocre rojo" es Hematita pulverulenta. En este caso se conoce la importancia del color del polvo, en cuanto el color del mineral al estado cristalizado

(444^a) a causa de su gran lustre y de la gran absorción de la luz está cubierto o no aparece sino en astillas finas a la luz de transmisión como rojo de sangre. En cambio el color del polvo se manifiesta más en agregados fibrosos (444^a) y pulverulentos o terrosos (444).

N.º 445. Limonita (Hierro pardo). Se halla, como la Hematita, en muy distintas formas (445^a agregado fibroso, estalactítico, 445 agregado terroso), pero su polvo es siempre amarillento o pardo-amarillento, como nos demuestra el "Ocre amarillento", que es Limonita pulverizada.

El segundo caso, que el polvo es de color más claro que el color del mineral, es demostrado por:

N.º 446. Espato fluor. Cualquiera que sea su color, el polvo es siempre más claro, hasta blanco.

N.º 447. Anfíbol negro con polvo agrisado.

N.º 448. Turmalina, con polvo gris.

Estos últimos tres minerales son alocromáticos. En general, se puede decir que todos los minerales de carácter no metálico, que deben su color a otras sustancias, tienen un polvo de color más claro que el del mineral, si bien hay excepciones.

PELUCIDAD

N.º 449 a N.º 452. La pelucidad (transparencia, diafanidad) es la propiedad de transmitir la luz.

Como completamente pelúcidos podemos considerar solamente los cristales incoloros, a través de los cuales se puede ver claramente los objetos (letras, etc.), como es el caso en cristal de roca (449) y en el Espato de Islanda (398). Minerales de color intenso son transparentes solamente en placas delgadas o en astillas, debiendo disminuirse su transparencia con el aumento del

grueso. Así el Hematita (Hierro rojo) parece ser opaco, pero es transparente con color rojo de sangre en capitas o astillas delgadas (444 a). Deben influir en la transparencia, además del color, inclusiones finas, como también rajaduras o poros, como nos demuestran muchas variedades de Calcedonia (450). Así las distinciones de la intensidad de la pelucidad, como ser completamente transparente, medio-transparente, transparente en astillas hasta opaco, son relativas y de poco valor.

Muchas sustancias metálicas y en particular los metales mismos se toma como opacos. Sin embargo sabemos que estos últimos mismos, por ejemplo el Oro y Plata, los que son considerados generalmente como opacos por excelencia, son también transparentes en películas sumamente delgadas, el oro con color verde.

CARACTER METÁLICO Y NO METÁLICO

El lustre metálico o no-metálico, el color metálico o no-metálico, la opacidad y la pelucidad determinan lo que se llama "carácter metálico o no-metálico" de los minerales.

Entre los dos hay estados intermediarios ("medio-metálico") cuando falta una de las tres propiedades o ellas no son completas, como es el caso con ciertas variedades de la Hematita (Hierro rojo, N.º 444 a), de la Limonita (Hierro pardo, N.º 445 a), de la Blenda (N.º 353), del Rosicler oscuro, y de otras más (Compárese en la sección: Minerales metálicos, los grupos de Hierro y de Zinc). El carácter tiene gran importancia en la fisiografía de los minerales, siendo aprovechado en las llaves de la determinación para dividir los minerales en dos grupos. Para no equivocar en la determinación, se deja figurar los casos de medio-metálico, que son escasos, a la vez en las dos divisiones.

Las excepciones de que minerales de carácter metálico no

contienen metales pesados son muy escasos, por ejemplo: Grafito. En tales casos es el peso específico que quita la duda, siendo acompañado, por regla, el carácter metálico de alto peso específico. Por otra parte — es excusado a decirlo — hay muchísimos minerales que contienen metales pesados sin tener carácter metálico. Recuerdo sólo la Malaquita, la Azurita, el Vitriolo de cobre, faltando en el último también un alto grado de peso específico (2,3).

REFRACCION SIMPLE Y DOBLE.

Refracción simple. — La ley de refracción dice que el ángulo de incidencia y de refracción tiene para la misma sustancia una relación constante de los senos, llamada “índice” (o exponente) de refracción: $\frac{\text{sen.}i}{\text{sen.}r} = n$. El valor n es tanto más grande cuanto menor es el ángulo de refracción. Para el cristal de roca es $n = 1,548$, es decir, el seno del ángulo de incidencia es 1,548 veces mayor que el ángulo de refracción. Para la mayor parte de los minerales el valor queda entre 1,4 y 2. Para el diamante es 2,42.

Minerales amorfos y los del sistema regular tienen refracción simple: “Minerales isotropos”. — La causa es que la elasticidad del éter es la misma en todas las direcciones, es decir, la “superficie del éter” es una esfera.

N.º 453. *Refracción doble.* — Ella se manifiesta a simple vista en el Espato de Islanda.

Una lámina de clivaje del Espato calizo incoloro (Espato de Islanda), puesta sobre un papel en que se ha hecho un punto negro, una letra o cualquiera figura, hace aparecer éstas doblemente. Esto es debido a la formación de dos rayos, es decir, el rayo al pasar por el Espato, es descompuesto en dos rayos.

Los minerales del sistema tetragonal, hexagonal, rómbico,

monoclínico y triclínico tienen refracción doble: "Minerales anisotropos".

Si se gira la lámina del Espato, puesta sobre papel con un punto, de tal modo que ella queda siempre en contacto con el papel, el uno de los rayos queda siempre en el mismo lugar, mientras el otro se gira alrededor de él. El primer rayo (o) se llama ordinario, el segundo (e) extraordinario. El ordinario cumple la ley de refracción, el otro no.

Cuanto más grande es la diferencia entre los dos rayos, tanto mayor es la doble refracción, como es el caso en el Espato calizo, por cual razón se manifiesta a simple vista. Minerales facetados permiten a veces también la observación inmediata. Así al ver a travez de cristal de roca y vidrio facetados la llama de una bujía o la punta de una aguja, acercando las piedras bien al ojo, estos objetos aparecen en el primer caso doble, pero no en el segundo (por tener el vidrio refracción simple).

Ahora, si se quita a un romboedro—puede ser del clivaje—los dos vértices polares por pulimento, formando una lámina con planos perpendiculares a la línea que pasa por los polos (eje vertical), y si se mira entonces en dirección perpendicular por tal lámina un punto hecho en papel, él se halla una sola vez, pero aparecen dos de ellos al mirar en dirección oblicua. El Espato calizo posee por consiguiente una sola dirección de refracción simple, produciéndose en todas las otras refracción doble. Resulta que *los cristales del sistema tetragonal y hexagonal tienen una sola dirección de refracción simple: Minerales con un eje óptico*. El índice del rayo ordinario $o = \omega$, el rayo extraordinario $e = \Sigma$. La refracción doble se llama positiva o atractiva cuando $\omega < \Sigma$ (Cuarzo) negativa o repulsiva cuando $\omega > \Sigma$ (Espato calizo). La elasticidad es en los minerales con un eje óptico en la dirección del eje vertical distinto de la en otras direcciones, pero es simétrica alrededor de este eje. La "superficie de la elasticidad" es un elipsoide de rotación. *Los cristales rómbicos, monoclínicos y triclínicos tienen dos direcciones de refracción simple: Minerales con dos ejes*

ópticos, pero los dos rayos son extraordinarios (índices variables). Falta en ellos la simetría alrededor de una línea como es el caso en las con un eje óptico. La "superficie de la elasticidad" es un elipsoide con tres ejes desiguales. El ángulo (agudo) que los dos ejes ópticos forman se llaman "ángulo de los ejes", la línea que le divide en dos partes iguales, "bisectriz". Si ésta coincide con el eje de la menor elasticidad, el cristal se llama "positivo", en el otro caso, "negativo". Aragonita tiene 18° negativo. Los índices de refracción del Aragonita son en tres direcciones perpendiculares entre sí: 1,53; 1,68; 1,69 (negativos).

La determinación, si existe refracción simple o doble, con lo que se distinguen minerales amorfos y regulares de los otros, como el grado de la refracción doble, que permite distinguir los minerales, se efectúa con aplicación de la luz polarizada, lo que no puede ser tratado aquí. Hay que reservar esto a un capítulo especial, en el que hay que describir los instrumentos (microscopios) y las demás manipulaciones necesarias. Véase algunos complementos en el siguiente capítulo: *Dispersión*.

DISPERSION (*Véase las tablas de diseños policromáticos*)

La luz blanca al atravesar por un prisma es descompuesta en rayos de color que forman sobre una pantalla un *espectro* (colores de iris), en el que los rayos rojos tienen la menor desviación, las violetas la mayor. Los minerales poseen la misma propiedad de descomponer la luz, pero la dispersión es distinta en distintos minerales. La dispersión de un mineral se expresa por números, restando los índices de la refracción de la luz roja y de la violeta. El diamante debe su valor a una gran dispersión (0,058). Los rayos de la luz refractados y dispersados por las facetas experimentan por éstas una reflexión total, produ-

ciéndose así el fuerte juego de colores. El Diamante tiene además la propiedad de fluorescencia (véase abajo).

La dispersión desempeña un papel muy importante en los minerales con refracción doble, siendo posible a determinar por medio de láminas pulidas y "orientadas" en el microscopio de polarización, si el mineral tiene uno o dos ejes ópticos, por consiguiente, en general para hacer deducciones sobre el sistema de cristalización. Sin entrar en detalles que pertenecen a una guía mineralógica del microscopio, sean mencionadas, para dar una idea general, algunas reglas:

1) Láminas delgadas de un mineral de doble reflexión, por ejemplo, Yeso, aparecen a la luz polarizada ora claras, ora oscuras, ora con colores de dispersión.

2) Láminas pulidas de cristales con un eje óptico, perpendiculares al eje óptico demuestran en el aparato de polarización un sistema de anillos de color, cruzado por una cruz blanca o negro (según posición paralela o cruzada de los aparatos de polarización).

3) Láminas pulidas de cristales con dos ejes ópticos, perpendiculares a la bisectriz (véase arriba (doble refracción) demuestran en el aparato de polarización lemniscatas de color (dos espectros) cruzadas por colas hiperbólicas blancas o negras.

PLEOCROISMO

Bajo pleocroismo se entiende la propiedad de cristales transparentes de producir a la luz de transmisión en distintas direcciones colores distintos o distinta intensidad del mismo color. El color proviene de que parte de la luz blanca transmitida es absorbida, pasando solamente los rayos que producen el color. Como la absorción en los cristales regulares es la misma en todas las

direcciones, en ellos no puede haber pleocroismo, pero sí en los cristales de doble refracción (en los demás sistemas), en los que la absorción de los rayos debe ser desigual, manifestándose en los con un eje óptico (véase capítulo anterior) como "Dicroismo", en los con dos ejes ópticos como "Tricroismo".

N.º 454. Algunos cristales, por ejemplo de Turmalina, Berilo, Cordierita, demuestran diferencias de colores a veces ya a simple vista a la luz ordinaria. Lo mismo sucede y más evidente en:

N.º 455. La Pennina (familia de la Clorita) de forma romboédrica con la base (Pinacoide), en el cual se ve en la dirección paralela al eje vertical color verde (color de la base), pero en dirección perpendicular color rojizo o amarillento.

Cristales rómbicos son tricróiticos, es decir, aparecen tres colores según los tres ejes cristalográficos, manifestándose, por consiguiente, en dirección perpendicular sobre los planos que corresponden a los tres pinacoides.

El Pleocroismo, como ya he dicho, raras veces se presta a la inmediata observación, siendo necesario servirse de un instrumento especial, llamado "Dicroscopio", en el cual se investiga láminas pulidas y "orientadas" de los minerales.

JUEGO DE COLORES

N.º 456. *La Irisación.* — En minerales de muy perfecto clivaje, por ejemplo, en el Espato calizo (Espato de Islanda), se forman a lo largo de los planos del clivaje zonas concéntricas de los colores de iris, debidas a lamelas muy delgadas (desprendidas), en las que la luz llega a la interferencia. Hojitas muy delgadas de Mica demuestran muchas veces el mismo fenómeno. También rajaduras pueden producir irisación (Cristal de roca, etcétera).

Sobre irisación en la superficie de minerales hemos tratado en N.º 432 a 435.

N.º 457 y 458. *La Labradorización* se manifiesta en un juego de colores sobre los planos del clivaje según el micropinacoides de la Labradorita (un feldespatos triclinico, llamado según la península de Labrador). Las opiniones divergen sobre las causas. Algunos atribuyen los colores a la interposición de poros que actúan como lamelas por interferencia o a la interposición de microlitos (pequeños cristales imperfectos), otros suponen que la luz azul (que predomina) sea propia al mineral y tal vez un fenómeno de polarización, pero que la luz amarilla y roja sea debida a estas interposiciones, mientras que los reflejos verdes sea una combinación de aquéllos. Rocas con Labradorita son muy apreciadas por este fenómeno.

N.º 459. Bronzita y Hiperstena (silicatos) tienen a veces un viso metálico sobre planos de perfecto clivaje, a menudo como rojo de cobre a causa de la interposición de lamelas de un otro mineral, probablemente de Hierro titanífero. (Compárese N.º 352).

N.º 460. La Piedra de Sol (un feldespatos) tiene un cierto resplandor debido a la interposición de hojitas muy delgadas de Hematita. Han llamado este tornasol "Schillerización". Es mineral de adorno.

N.º 461. La *Opalización*, un juego de colores que se observa en el Opalo fino, dando a él su valor. Sus causas no son bien conocidas, buscándolas los unos en la interposición de poros, los otros en la de lamelas delgadas de Opalo, pero de distinta refracción o también en rajaduras muy finas que producen el fenómeno de la interferencia de la luz. La sección "Piedras de adorno" tiene otra muestra magnífica de Opalo fino.

ASTERISMO.

Asterismo se llama un resplandor particular orientado que algunos minerales producen a la luz de reflexión o de transmisión. El "záfiro estrellado" debe su celebridad a este fenómeno, manifestándose él en forma de una estrella de seis radios al mirar por una lámina cortada paralelamente al pinacoide de los cristales una llama o viendo sobre una media bola, hecha sobre el eje vertical del mineral. Su causa consiste muy probablemente en huecos tubuliformes muy finos, paralelos a los planos del prisma hexagonal. Muy parecido es el asterismo del:

N.º 462. Cuarzo rosado (del Brasil), sobre cuyas bolas bien pulidas se nota a la luz reflejada igualmente un resplandor estrellado.

N.º 463. Mica en ciertas variedades (de Ontario, etc.) demuestra Asterismo, cuando se mira una llama por las hojas del mineral, siendo atribuído el fenómeno a una interposición de otros minerales (Rutilo, Turmalina, etc.).

FLUORESCENCIA.

N.º 464 y 395. Muchas sustancias sólidas y líquidas absorben rayos hasta cierta profundidad, produciéndose un color que no corresponde al color natural de la sustancia. Esta propiedad se llama "fluorescencia". En el reino mineral ella es muy escasa, si bien ha sido reconocida primero en la Fluorita (fluoruro de calcio), viniendo de allí el nombre del fenómeno. Ciertas variedades de este mineral, en particular las de Alston Moor en Cornwall, son verdes a la luz de transmisión, pero violadas a la luz reflejada. Si se dirige en un cuarto oscuro un cono de luz



— 191 —

blanca sobre tal Fluorita, aparece color azul en la parte superior del mineral. Se dice el color de la fluorescencia es azul. Ciertas variedades del Ambar de Sicilia tienen fluorescencia azul, petróleo a veces verde. La fluoresceína (derivado del fenól) disuelta en amoníaco es una disolución roja con espléndida fluorescencia verde.

FOSFORESCENCIA

La fosforescencia consiste igualmente en una absorción de rayos, pero la sustancia continúa siendo luminosa cuando la irradiación ya ha cesado. Ella puede ser producida por:

N.º 465. 1) Insolación. Diamante despidió al oscuro una luz azul después de la insolación.

Baritina calcinada, especialmente la variedad de Bologna, se pone luminosa. Aragonita, Espato calizo, Espato fluor, etc., se comportan del mismo modo, quedando el último a veces luminoso durante semanas.

N.º 466. 2) Por calentamiento, como es el caso a veces con Diamante, Topacio y otros. Basta a veces el calor de la mano. Otros precisan temperatura más alta, por ejemplo, la Fluorita verde 60° hasta 100°.

3) Por una carga eléctrica; Diamante, Záfiro, Fluorita verde, Baritina calcinada, se ponen luminosos al oscuro.

PROPIEDADES ELECTRICAS

N.º 467 y 468. Todos los minerales *frotados* se ponen eléctricos, atrayendo cuerpos livianos. Cuarzo y Ambar, por ser

malos conductores, permiten directamente el ensayo, mientras otros (metales) precisan previa insolación. El estado eléctrico es positivo (Cuarzo y vidrio) o negativo (Azufre, Ambar). Se aplica para constatarle el electroscopio.

Espato calizo se pone eléctrico (positivo) por *presión* (piezoelectricidad) ya entre los dedos. Otros minerales de esta categoría son: Cuarzo, Espato fluor, Topacio y otros más.

Hojitas de mica o de yeso desgarradas demuestran sobre un plano del clivaje electricidad positiva, sobre el otro, negativa.

Por *calentamiento* o por enfriamiento de cristales de mala conductibilidad se produce también electricidad, llamado "piroelectricidad". Cristales de Turmalina se ponen así en un extremo positivos, en el otro negativos, perdiéndose la electricidad con el calor, pero vuelve al ser enfriados los cristales con las electricidades contrarias.

Todos los cristales producen, por cambio de temperatura, ambas electricidades, que son repartidas de tal modo que los planos, aristas, vértices iguales se comportan del mismo modo, de donde se ve que la electrización sigue a la simetría de los cristales.

Las relaciones simétricas de los cristales pueden ser demostradas a veces mejor por la electricidad que por las formas cristalográficas. A tal objeto se hace pasar una mezcla de Minio y de Azufre (en polvo) por una muselina de lana, con lo que el Azufre se pone negativo, el Minio positivo. Al empolvorear los cristales electrizados por calentamiento o por enfriamiento (también por presión), el polvo es atraído por la electricidad contraria. Así un extremo de un cristal de Turmalina se pone rojo por el Minio, el otro amarillo por el Azufre.

En un cristal de roca se ve que las aristas vecinas no son equivalentes, coloreándose ellas por aquellos polvos alternativamente en rojo y en amarillo. Corresponde a esto el carácter hemidrico (o mejor dicho tetartaédrico) del Cuarzo.

Naturalmente, las zonas neutras quedan en estos ensayos sin polvo.

También por influencia de la luz puede producirse electricidad (“actinoelectricidad”), como está constatado en el Espato fluor.

Para examinar la *conductibilidad*, se empolvorea los planos con semilla de Licopolo, comunicándolos electricidad por medio de una aguja. Entonces el polvo es arrastrado más fuertemente en la dirección de la mayor conductibilidad. Sobre planos de minerales isotropos (amorfos y regulares) se forma un círculo libre de polvo, lo que demuestra que la electricidad se propaga igual en todas las direcciones. Tal círculo aparece también sobre los pinacoides de los cristales tetragonales y hexagonales, pero no sobre los planos de los prismas, sobre los cuales se produce una figura elíptica. Tal forma se produce también sobre todos los planos de los cristales rómbicos, monoclinicos y triclinicos. La propagación de la electricidad es, pues, la misma que la de la luz y del calor (véase más abajo).

Galvanismo. — Cuando se pone dos de los siguientes minerales: Cobre, Pirita de cobre, Pirita de hierro, Galena en contacto — todos estos son buenos conductores — uniendo los extremos libres con un alambre, se produce al calentar el lugar de contacto una corriente (termo-electricidad), cuya presencia se constata por un galvanómetro. Lo mismo sucede cuando los extremos libres son hundidos en un ácido diluido. Como las condiciones de tales corrientes están dadas en criaderos metalíferos, se comprende cómo pueden producirse procedimientos químicos y, en consecuencia de ellos, nuevos minerales. Plata y Cobre se han formado así en algunos casos.

MAGNETISMO

N.º 469 y 470. *Magnetismo simple*. — Algunos minerales atraen los dos polos de una aguja magnética y son atraídos por ellos: Hierro magnético, Pirita magnética y a veces también Hematita y Hierro titánico.

Minerales con mucho hierro, calcinados o fundidos, se ponen magnéticos: Espato de hierro, Wolframita, Granate, Augita.

En regiones en que predominan rocas (Melafiro, Basalto, etc.) con mucho hierro magnético se nota la influencia del magnetismo de este metal sobre la aguja magnética, desviándole y dificultando con esto operaciones geodésicas (Los Cóndores y Cerro de Chaján, Sierra de Córdoba).

Magnetismo simple es propio a todos los minerales, siendo atraídos por un imán los unos ("paramagnéticas"), repulsados los otros ("diamagnéticos"), lo que se constata por medio de un muy fuerte electroimán. En el mismo cristal puede haber atracción en una dirección, repulsión en la otra, correspondiendo la distribución de la acción magnética a la simetría. Así cristales regulares (también los amorfos) son en todas direcciones para o diamagnéticos. En un cristal rómbico, por ejemplo, Aragonita, que es diamagnético, las diferencias de la repulsión son las más grandes en la dirección de los tres ejes.

N.º 471. *Magnetismo polar*. — Cierta clase de Hierro magnético, particularmente el que se encuentra al estado de descomposición, tiene la propiedad de atraer virutas de hierro y de retenerlas. Al examinarle con una aguja magnética, una parte atrae la aguja, otra la repele. Un pedazo del mineral colgado por un hilo, se orienta como una aguja magnética.

El Magnetismo natural o artificial se aplica para separar minerales metálicos, sobre todo el hierro magnético de los otros que se hallan en mezcla con él.

RADIOACTIVIDAD

La radioactividad es la propiedad de ciertas sustancias de emanar continuamente rayos invisibles, los que traspasan cuerpos intransparentes, actúan fotográficamente, producen fluorescencia y hacen gases conductibles para la electricidad. Se llaman "rayos de Becquerel", nombre de un físico que los descubrió en el urano. Elementos radioactivos son: Radio, Polonio, Actinio, Emanio, Radioteluro y Radiotorio. Indicios de ellos se hallan en

N.º 472. el *Uraninita* (o *Nasturana*, *Broeggerita*, *Cleveita*, *Uranpecherz*), compuesto de óxidos de Urano y de plomo, además de Torio, Ytrio, Erbio, Cerio, Hierro, Argono, Helio y Radio. El Radio (descubierto por Curie) está constatado además en el Uranita (fosfato de urano y de cobre) y en varios otros minerales, además en aguas minerales. La cantidad de radio es siempre altamente minimal; así se precisa del *Uraninita* una tonelada de los residuos, que resultan en la extracción del urano, para producir 1 a 2 mg. de radio.

Para conocer la acción fotográfica de la radioactividad se pone en la cámara oscura sobre el fondo de una caja de placas fotográficas, una de éstas, cubriéndola con un cartón. Sobre éste se ata por un hilo una llave, una moneda u otro objeto y se cierra la caja con su tapa. Arriba de la tapa se fija un gran pedazo de *Uraninita*, se envuelve todo en un papel, dejándolo así catorce días en la cámara oscura. Según la mayor o menor cantidad de radio, se ve en la placa revelada el retrato más o menos perfecto del objeto.

CARACTERES TERMICOS

Aunque la exposición de los caracteres térmicos exceptos los de la fusibilidad no pertenecen a esta guía, incluimos, para completar el cuadro, algunas consideraciones sobre ellos.

El calor se propaga por rayos como la luz, experimentando ellos reflexión, refracción simple o doble, polarización y absorción.

Minerales que transmiten casi completamente los rayos, por ejemplo, sal común, se llaman "diatérmicos", los otros, por ejemplo, Alumbre y la mayor parte de los metales "atérmicos".

En cuanto a la conducción se distinguen conductores buenos y menos buenos. La plata tiene la mayor conductibilidad (= 100) :

Plata, 100; Estaño, 14,5.

Cobre, 73,6; Plomo, 8,5.

Oro, 53,2; Platino, 8,4.

Zinc, 19; Bismuto, 1,8.

Mármol y otros minerales no metálicos tienen valores menores que el de Bismuto.

El calor produce en todos los minerales una dilatación. La dilatación, que los cristales experimentan, es mucho menor que la de líquidos. La del agua calentada de 0° hasta 100° es 1|23, la de sal común 1|247, la del Diamante 1|8480. La dilatación en cristales es igual en las direcciones que tienen el mismo valor cristalográfico (ejes del mismo valor). Así cristales regulares (como también minerales amorfos) se dilatan igualmente en todas direcciones, experimentando, pues, un cambio uniforme de volumen. Cristales tetragonales y hexagonales tienen igual dilatación en la dirección de los ejes basales, pero la que difiere de la en la dirección del eje vertical. Cristales rómbicos, monoclinicos y triclinicos se dilatan desigualmente en las tres direcciones de sus ejes. Consecuencia de la irregular dilatación es un cambio del valor de los ángulos.

Fusibilidad. — Los minerales pueden ser convertidos en líquidos por el calor :

Zinc, a 360°; Plomo a 330°.

Platino funde a 2500°.

Hierro forjado a 1600°; Bismuto a 270°.

Acero de 1300° a 1400°; Estaño a 230°.

— 197 —

Hierro fundido a 1200°; Azufre a 1115°.

Cobre a 1100°.

Oro a 1070°.

Plata a 1000°.

Hay pequeñas diferencias según los distintos autores.

Los silicatos funden entre 900 y 1700°; Feldespato a 1200°.

De influencia en la fusión de los silicatos son los componentes básicos. Algunos silicatos, sobre los que ácidos no actúan, son descompuestos por ellos después de la fusión, por ejemplo, Granate. Sobre el grado de fusión de los minerales hay pocas observaciones exactas.

Para determinar la fusibilidad de los minerales se los aplica en astillas finas, sujetándolas en la pinza del paltino, o cuando contienen metales, sobre carbón, a la llama del soplete.

Según Kobell, se puede distinguir siete grados de fusibilidad. Esta *escala* se compone de los siguientes minerales:

N.º 473 a 479. 1. Antimonita. Funde muy fácilmente en la llama de una vela.

2. Natrolita. Funde en agujas muy finas en la llama de alcohol.

3. Almandina. Funde fácilmente al soplete.

4. Actinolita. Funde en astillas finas al soplete.

5. Ortoclasa. Funde muy difícilmente al soplete en las puntas de astillas finas.

6. Bronzita. Da apenas indicios de fusión al soplete.

7. Cuarzo. Completamente infusible al soplete.

La fusibilidad a la llama del soplete es uno de los caracteres más importantes para la determinación de los minerales.

CARACTERES FISIOLÓGICOS.

N.º 480 a 485. Minerales fácilmente solubles en agua pueden tener un sabor alcalino (Carbonato de sodio), salobre (sal

común), dulce astringente (Alumbre), amargo (sal de Epsom), etcétera.

Asfalto y esquistos bituminosos producen un olor bituminoso (de petróleo), los últimos a veces recién al ser golpeados.

Característico es el olor que despiden azufre, que se manifiesta también en la Pirita de hierro al ser golpeada. Arsénico y arseniuros frotados dan un olor parecido al del ajo.

Fluorita de color azul-negruzco da al ser frotada o golpeada produce un olor como lo tiene cloruro de calcio. Pero nada tiene que hacer con el cloro, sino es debido probablemente a carburos hidrogenados.

Kaolina, como otros minerales kaoliníticos en general, y la tierra misma, despiden un olor particular "terroso". Algunos minerales, como el Talco (Esteatita, Piedra de sapo) y Grafito, tienen tacto untuoso.

Kaolina, como otros minerales kaoliníticos, pegan a la lengua, debido a su gran higroscopicidad.

HE TEROMORFISMO.

Heteromorfismo es la propiedad del mismo mineral de cristalizar en dos (Dimorfismo) o tres (Trimorfismo) sistemas cristalográficos, sin embargo se considera ya como heteromorfismo cuando los dos (o tres) complejos de formas tienen distintas proporciones de los ejes no relacionados entre sí.

Los caracteres físicos (dureza, densidad, etc.) casi por regla cambian con el heteromorfismo.

Uno de los ejemplos más citados de:

N.º 486 a 491. *Dimorfismo* es el del CO_3Ca : romboédrico como Espato calizo — rómbico como Aragonita.

Otros ejemplos son: Fe S_2 : Pirita de hierro, regular-hemiédrico. — Markasita, rómbico.

— 199 —

SiO₂: Cuarzo, hexagonal-tetartoédrico ($a : c = 1 : 1,0999$).

— Tridimita, hexagonal-holoédrico. ($a : c = 1 : 1,629$).

C : Diamante, regular. — Grafito, monoclinico.

S : Azufre, rómbico, como es el natural o cuando cristaliza por sublimación o en una disolución. — Monoclinico al cristalizar en masa fundida.

Hematita y Martita representan tal vez también el dimorfismo del peroxido de hierro, el primero cristalizando en romboedros, el segundo en Octaedros, si la Martita (Brasil, República Argentina), no es, como algunos quieren, un pseudomorfismo del Hierro magnético.

El gran contraste físico de la misma sustancia resalta lo más en el Diamante y en el Grafito. Elementos con diferencias tan grandes, físicas como morfológicas, se llaman también "alotrópicos". — Un ejemplo de:

N.º 492 a 494. *Trimorfismo* nos ofrece el óxido de titanio (TiO₂). Como Brookita cristaliza en el sistema rómbico, como Rutilo en prismas con pirámide del sistema tetragonal con la proporción $1 : 0,64$, y como Anatasa en pirámides de este mismo sistema, pero con la proporción $1 : 1,78$.

Cuando una sustancia es heteromorfa, se nota que una forma se encuentra con más frecuencia que la otra que se produce solamente dadas ciertas condiciones. Así Espato calizo es mucho más frecuente que Aragonita, siendo necesario muy probablemente para la formación del último la presencia de ciertas sales y tal vez también calor (termas del Puente del Inca, de Carlsbad con Aragonita).

ISOMORFISMO

El Isomorfismo es un fenómeno contrario al dimorfismo. Minerales son isomorfos cuando ellos con distinta composición

química pertenecen al mismo sistema cristalográfico, teniendo los cristales, si no son completamente iguales, a lo menos poca diferencia en sus ángulos. Correspondiente a estas relaciones morfológicas existe identidad o semejanza de los caracteres físicos.

Algunos mineralogistas toman el isomorfismo en sentido más amplio, no reconociendo valor al sistema cristalográfico sino a los ángulos ("Isogonismo").

N.º 495 a 498. Isomorfismo se halla ante todo en el sistema regular. Ejemplos: Sal común (ClNa) y Fluorita (Fl₂Ca) del sistema regular-holoédrico (Cubos, etc.). Piritita de hierro (FeS₂) y Cobalto lustroso Co(AsS)₂, del sistema regular-hemiédrico, Oro, Plata, Cobre (regular-holoédrico) y muchos otros más, siendo el isomorfismo el más completo en el sistema regular. En los otros sistemas cristalográficos isomorfismo existe cuando la proporción de las dimensiones de los ejes es, sino completamente, a lo menos casi igual. Una absoluta identidad de las formas con ángulos iguales raras veces se encuentra.

N.º 499 a 502. Ejemplos: 1) Espato calizo (CO₃Ca), Espato magnesio o Magnesita (CO₃Mg), Espato manganeso (CO₃Mn), Espato hierro (CO₃Fe), Espato zinc (CO₃Zn). Todos ellos cristalizan en el sistema hexagonal-romboédrico, quedando el valor de los ángulos polares entre 105°5' y 107°40'.

2) Arsénico, Antimonio, Bismuto, Teluro son hexagonal-romboédricos.

3) Aragonita (CO₃Ca), Witherita (CO₃Ba), Estroncianita (CO₃Sr) y Cerusita (CO₃Pb) son rómbicos.

En estos casos existe una analogía química; en otros, la constitución química no tiene ninguna relación con el isomorfismo: Espato calizo (CO₃Ca) y Salitre de sodio (NO₃Na), romboédricos.

N.º 503 y 504. *Mezclas isomórficas*. Elementos (Oro y Plata; Arsénico y Antimonio, etc.) y compuestos isomorfos pueden cristalizar juntos uniéndose en variables proporciones, o, como se dice, sustancias isomorfas se reemplazan en la misma sus-

tancia, sin que la forma del cristal y las propiedades físicas experimenten un cambio esencial.

Así se mezclan CO_3Ca y CO_3Mg , produciendo cristales romboédricos de Dolomía (ciertas proporciones de CO_3Ca y CO_3Mg) o formando en muy variables proporciones las calizas dolomíticas.

Como el carbonato de calcio es raras veces puro (Espato de Islanda), así también los otros espatos arriba citados, siendo mezclados ellos casi siempre en proporciones variables, formando una serie de carbonatos romboédricos isomorfos; ejemplo, el Brunespato, un carbonato de hierro, manganeso, calcio y magnesio.

Mezclas isomorfas desempeñan un rol importante en cuanto a los sulfuros metálicos y más referente a los silicatos, resultando una gran variación de éstos; así la familia de la Augita, del Anfíbol, del Granate, representan en sus variaciones mezclas isomorfas (véase N.º 412 a 415).

Muy interesantes son los siguientes ensayos: Si se pone un cristal romboédrico del Espato calizo en una disolución saturada del salitre de sodio, éste se sedimenta sobre el romboedro con la misma orientación cristalográfica; el cristal del Espato calizo crece en la disolución del salitre. Un cristal del Alumbre de cromo colgado en una disolución saturada del Alumbre potásico crece como en su misma disolución. De allí se conoce que la causa del isomorfismo no hay que buscar en la sustancia química misma, sino probablemente en el volumen molecular, siendo el igual en sustancias isomorfas.

G. BODENBENDER.
