

pirámide en cada una de sus caras. Examinadas esas clases de modificaciones, se tiene ya la clave para reconocer los accidentes que puedan presentar los cristales del primer sistema: réstanos ahora hablar de aquellos casos que parecen sustraerse á la ley de la simetría, pero que siempre pertenecen al sistema regular de que

Formas hemiedras del primer sistema.

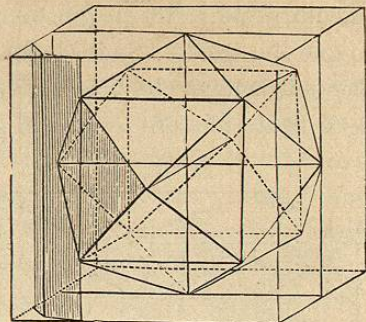
nos estamos ocupando. Dijimos ya lo que debía entenderse por hemiedría, y ahora repetimos que se comprenden en ella aquellos cristales que parecen mitades simétricas de otros. En esta ocasion es fácil comprender el modo de

formacion de esos cristales, que consiste en suponer que sólo se desarrollan las caras alternas ocultando las intermedias. Si al formarse el octaedro por las modificaciones que indicamos en su caso, pero sólo creciendo as caras dos á dos, en vez del ocho resultaran cuatro, ó su mitad, y queda un sólido que se llama *tetraedro*, cuya generacion se ve en las figuras 8 y 9; se comprende igualmente que la reunion de dos tetraedros formaria un octaedro del primer sistema.

Derivacion del tetraedro.

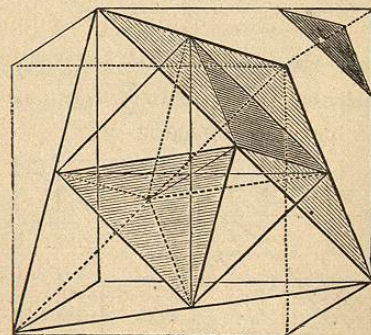
El sólido que designamos con el nombre de exatetraedro, puede producir otro cristal, por caso de hemiedría, suponiendo que la mitad de sus

F. 7ª



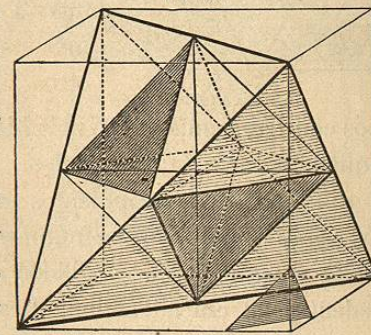
Derivacion del tetraquihexaedro.

F. 8ª



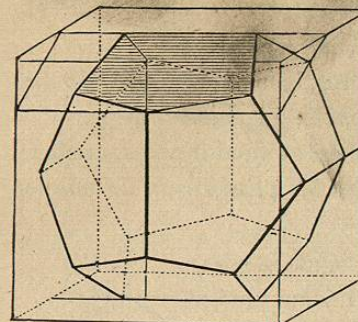
Derivacion del tetraedro á la izquierda.

F. 9ª



Derivacion del tetraedro á la derecha.

F. 10ª

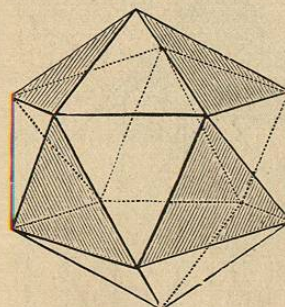


Derivacion del dodecaedro pentagonal.

caras se desarrollan dos á dos, y entónces resulta otro dodecaedro diferente del que ántes señalamos y se ve en la figura 10: las caras del nuevo sólido son pentagonales. Este dodecaedro, llamado tambien *piritoedro*, se puede originar del *cubo*, desarrollando solamente uno de los planos biseladores, colocados en inclinacion desigual sobre las caras de la forma primitiva indicada. Este dodecaedro se llama *simétrico*, y no *regular*, porque presenta dos clases de ángulos triedros; ocho de ellos son regulares y corresponden á los del cubo. Si se aplica la ley de simetría á estos ocho ángulos sólidos, truncándolos todos y prolongando suficientemente las caras triangulares hasta su union, resulta que las doce caras del piritoedro se reducen á triángulos isósceles, que unidas á las formadas por los truncamientos sobre los elementos del cubo, producen el sólido conocido con el nombre de *icosaedro*. (Figura 11ª)

Derivacion del dodecaedro pentagonal ó piritoedro.

F. 11ª



Derivacion del icosaedro.

Derivacion del icosaedro.

Con lo anterior basta para dar idea de la generacion de los sólidos del primer sistema; y acostumbrados desde ahora á la aplicacion de la ley de simetría y de sus efectos, reducirémos más las explicaciones referentes á los otros sistemas cristalinos que en seguida vamos á estudiar.

Segundo sistema cristalino.

Tomamos como tipo de este sistema al prisma de base cuadrada, que se diferencia del cubo por tener un eje mayor, ó alargado, que aquí consideramos como eje principal. Los elementos cristalográficos de ese prisma son los siguientes:

Elementos del prisma recto de base cuadrada.

Caras. *Cuatro* verticales iguales entre sí. *Dos* colocadas en los extremos del eje principal é iguales entre sí.

Ángulos sólidos. *Ocho* de la misma especie.

Aristas. *Cuatro* verticales, mayores, iguales entre sí. *Ocho* menores, limitando las caras de las bases, é iguales entre sí.

De esto se deduce que los elementos modificables, aristas y ángulos sólidos, son de dos especies los primeros, y de una los últimos.

Truncamientos sobre los ángulos.

Truncamientos sobre los ángulos. Siendo iguales estas esquinas, recibirán todas la misma modificación: resultarán ocho caras triangulares que si se desarrollan suficientemente, producirán el

Derivacion del octaedro del 2º sistema.

octaedro de base cuadrada, distinto del anterior por la variacion que puede tener en el sentido del eje principal. Si éstos no se desarrollan lo suficiente, darán prismas cuadrados con apuntamientos piramidales, es decir, terminados por

Diversos octaedros procedentes del prisma cuadrado.

pirámides en vez de caras. (Figura 12ª) Como los planos modificadores pueden tener diferentes inclinaciones respecto de las caras, que no todas son iguales, resultarán muchas clases de octaedros.

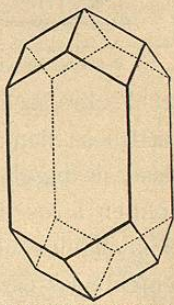
Modificaciones sobre las aristas.

Modificaciones sobre las aristas. Aplicando planos sobre las aristas de las bases, se obtendrán igualmente truncamientos octaédricos sobre el prisma, ú octaedros, si se prolongan suficientemente, quedando entónces encerrado el prisma primitivo. (Figura 13ª)

Otra derivacion del octaedro.

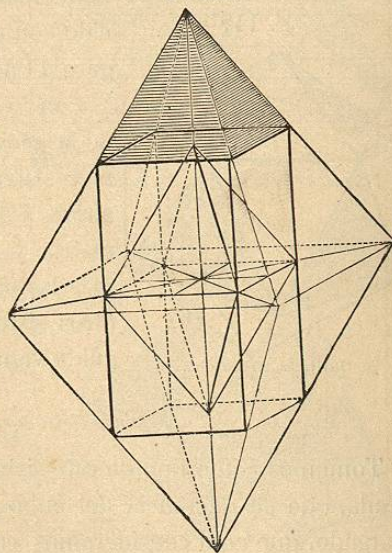
Cortando las aristas verticales, que son cuatro iguales, resultará entónces un

F. 12ª



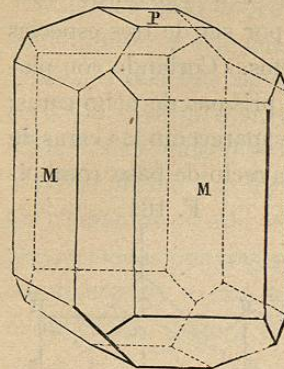
Prisma de base cuadrada con truncamientos sobre los ángulos.

F. 13ª



Prisma del 2º sistema con modificaciones en las aristas de las bases.

F. 14ª



Prisma del 2º sistema con truncamientos en las aristas.

prisma de ocho caras, y si se biselan, resultará de doce. (Figura 14.) Hay que notar en los prismas modificados de este sistema, que el número de las modificaciones es múltiplo de cuatro.

Cuando un prisma de este sistema dimétrico presenta á la vez las modificaciones octaédricas y las laterales de las aristas mayores, puede reconocerse con facilidad, pues todo consiste en tener presente la magnitud relativa de los ejes: dos iguales y el tercero diferente.

Debe advertirse que algunos de los octaedros de este sistema pueden ser divididos en tetraedros, pero sólo serán *simétricos* y *no regulares* como los citados en el sistema monométrico.

Tercer sistema cristalino.

El tipo de este sistema es el prisma rectangular, que tiene sus tres ejes perpendiculares y desiguales entre sí.

Tipo del sistema.

Este prisma tiene los siguientes elementos:

Elementos de este prisma.

Caras. *Dos* anchas ó verticales, iguales. *Dos* más angostas, tambien verticales é iguales, y *dos* de las bases.

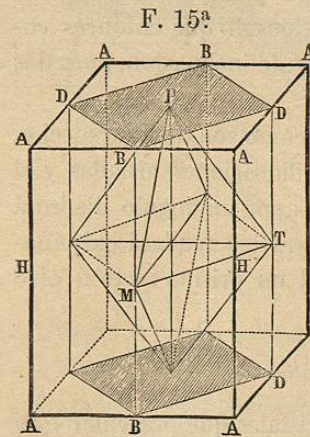
Aristas. *Cuatro* largas, iguales en las bases. *Cuatro* más cortas iguales en las bases. *Cuatro* verticales iguales.

Modificaciones.

Ángulos sólidos: *ocho* iguales. Esos diversos elementos pueden modificarse por los medios siguientes:

Truncamientos sobre los ángulos. Resultarán en este caso, como en el prisma cuadrado, caras octaédricas que en su desarrollo perfecto producirán octaedros de

Derivacion de octaedros.



Prisma del tercer sistema.

base rectangular. (Figura 15.)

Truncamiento de aristas.

Formacion de prismas de ocho caras.

Formacion de prismas de base romboidea.

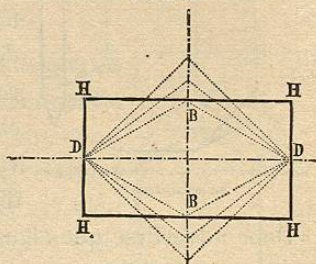
Modificaciones en los prismas romboidales.

Modificaciones sobre las aristas.

Serie de ejes oblicuos.

Modificaciones sobre las aristas. En este caso se obtendrán más variaciones que en el sistema anterior, por ser de tres especies esas líneas en el prisma que consideramos. Cortando con planos las aristas verticales obtendremos prismas de ocho caras; pero si se desarrollan suficientemente desaparecerán las caras de la forma primitiva, y quedará un prisma recto de base romboidea, que puede variar diversamente puesto que varía igualmente la inclinacion que se puede dar á los planos modificantes, respecto de las caras verticales que concurren en una de estas aristas y que son de diferente especie, como se observa en la figura 16ª

F. 16ª



Base del prisma del tercer sistema.

Estos nuevos prismas pueden á su vez ser modificados en sus ángulos sólidos ó en sus aristas. Los ángulos diedros son de dos especies, y los truncamientos pueden ser aislados de dos en dos. Para definirlos se toma en cuenta su colocacion diciendo si son paralelos á la grande ó á la menor diagonal de la base romboidea del prisma. Consideradas las aristas verticales en este nuevo prisma, se clasificarán como correspondiendo á dos especies, puesto que entónces corresponden á ángulos diedros de diferente inclinacion, pues dos son obtusos y dos agudos.

Respecto á las aristas de las bases, como son de dos especies, pueden dar lugar á dos clases de modificaciones aisladas y el prisma estará terminado muchas veces por un ángulo diedro á cuya figura se le llama *doma*. Este carácter ayudará extremadamente para distinguir con facilidad un prisma recto ú otro cristal del tercer sistema.

Cuarto sistema cristalino.

Vamos ahora á ocuparnos de los cristales que presentan ejes oblicuos, y harémos las mismas consideraciones que con los rectangulares; es decir, examinar los casos de tres ejes iguales, dos iguales y tres desiguales.

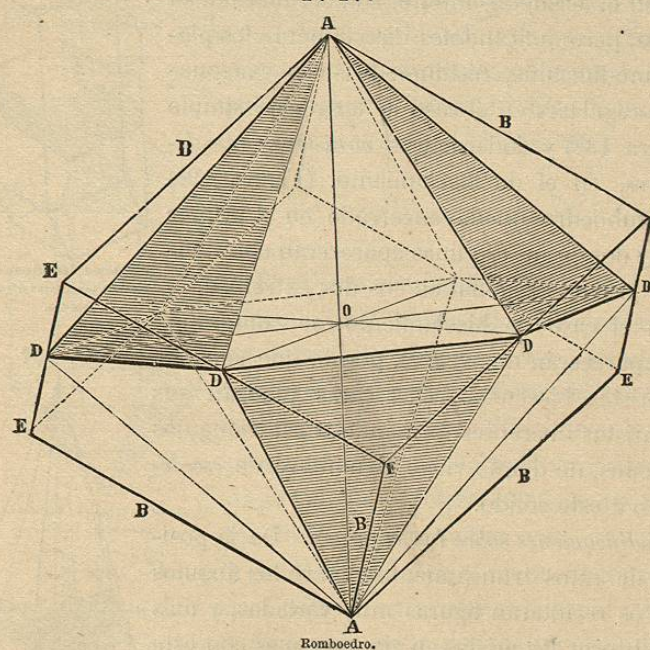
El primer caso lo presenta el prisma llamado *romboedro* que da el nombre á este cuarto sistema cristalino.

Caso de 3 ejes iguales.

Siendo oblicuos los ejes de este cristal, es claro que puede variar de diversa manera su inclinacion, y de aquí tambien las especies de romboedros que pueden ser agudos, obtusos, ó aproximarse mucho á la forma del cubo. Tomando, para relacionar los elementos de este cristal, un cuarto eje que reúne dos esquinas formadas por tres planos igualmente inclinados entre sí y con referencia á este eje, resultarán los siguientes elementos modificantes. (Figura 17ª)

Colocacion de los elementos cristalográficos por relacion á un eje.

F. 17ª



Romboedro.

- 2 ángulos triedros citados, A.
- 6 ángulos laterales, E.
- 6 aristas B que parten de los vértices.
- 6 aristas D dispuestas en zig-zag rodeando á este eje.

Modificaciones sobre las aristas. Aplicando planos sobre esas aristas que parten de los vértices, se envolverá al romboedro primitivo en otro más obtuso ó circunscrito que se llama

Modificaciones sobre las aristas. Romboedros inscritos y circunscritos.

equiaxe. Se pueden colocar los planos de manera que quede inscrito el nuevo romboedro al primitivo; resultará necesariamente otro más agudo y que se llama *inverso*: estas operaciones de inscripcion y circunscripcion pueden repetirse sobre los nuevos romboedros.

Dodecaedro bipyramidal.

Los planos aplicados á las seis aristas que acabamos de considerar pueden cortarlas así como á los ángulos laterales, y entónces resulta el dodecaedro bipyramidal.

Derivacion del prisma exagonal.

Hemos dejado ilesas las aristas laterales en estas modificaciones, aunque debe considerarse que en el accidente anterior son cortadas en su medio; pero aplicándoles directamente los planos modificantes resultan: prismas exagonales regulares en el caso de tangencia simple (Figura 18ª) y dodecaedros *metásticos ó escalenoedros*, en el de biselamiento. (Figura 19ª) El romboedro queda encerrado en el primer caso y dos de sus esquinas aparecerán coronando al prisma exagonal en sus dos extremos.

Biselamiento de las aristas laterales.

En el caso de biselamiento, se comprende que aparecerán doce caras, puesto que son seis las aristas biseladas: estas caras tendrán sus tres aristas diferentes formándose así triángulos escalenos, de donde viene el nombre de *escalenoedro* á este sólido.

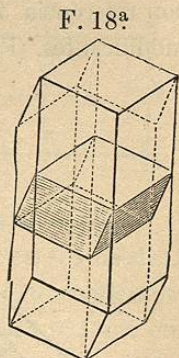
Generacion del escalenoedro.

Modificaciones sobre las esquinas. De la posicion de estos truncamientos sobre los ángulos triedros resultarán figuras muy variadas, y más aún al tocar las aristas en zig-zag, pues con este accidente aparecerán troncos de prismas exagonales: si se truncan los vértices que apuntan al prisma exagonal con coronamiento romboédrico de que ántes se habló, quedarán prismas de seis caras, terminadas por bases planas.

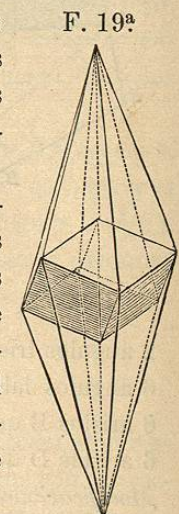
Cortes sobre las esquinas.

Prismas exagonales derivados de los ángulos laterales.

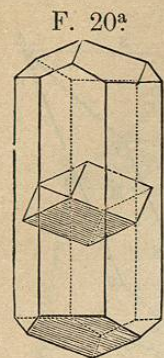
Modificando ahora los ángulos laterales, resultarán tambien prismas exagonales en el caso de planos tangen-



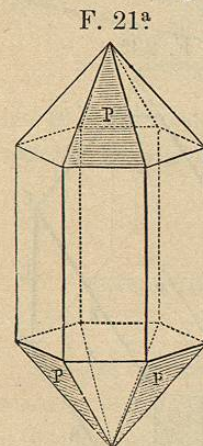
Derivacion del prisma exagonal de las aristas del romboedro.



Derivacion del escalenoedro.



Derivacion del prisma exagonal de los ángulos laterales del romboedro.



Prisma exagonal apuntado por pirámides.

tes, paralelos al eje tomado para la simetría de los elementos del cristal. (Figura 20ª)

Distínguense esas dos clases de prismas exagonales, en que los procedentes de la modificación de las aristas presentan caras rombales en el apuntamiento romboédrico, y los originados en los ángulos dan caras pentagonales en el romboedro primitivo que aparece en los vértices del prisma.

En los prismas exagonales se ven con frecuencia apuntamientos ó pirámides de seis caras que proceden de la combinacion de los vértices triedros con truncamientos oblicuos de los ángulos ó esquinas laterales. Esta figura es muy comun en el cuarzo. (Figura 21ª)

Quinto sistema cristalino.

El prisma romboidal oblicuo tipo de este sistema, tiene solamente dos ejes iguales, y en esta serie oblicua viene á ser el correspondiente del prisma cuadrado en la serie rectangular. Las modificaciones á que se presta este prisma son más variadas atendida su falta de simetría; en efecto, los elementos de la forma primitiva son:

Prisma romboidal oblicuo.

Ángulos. Dos A y dos O opuestos en el plano diagonal mayor que divide al prisma. Cuatro E en el plano diagonal menor.

Elementos de esta forma primitiva.

Aristas. Cuatro B, formando dos á dos los ángulos planos en A: cuatro D en los ángulos O; dos aristas H verticales y dos G en la misma posicion. (Figura 22ª)

Modificaciones en los ángulos. Las esquinas A ó las O pueden ser modificadas aisladamente, como diferentes, y producir planos ó cortes que se combinarán con el resto de las bases ó unas con otras si ambas se desarrollan. De aquí resultarán prismas oblicuos terminados por apuntamientos piramidales más ó mé-

Modificaciones en los ángulos.

Accidentes en los ángulos A ó O de las bases.

nos perfectos ó por vértices diedros.

En cuanto á las esquinas E como iguales, sufrirán todas el mismo accidente, y serán fácilmente determinables.

Modificaciones en las aristas. Cortadas dos á dos aisladamente, las análogos de las bases darán á los prismas un aspecto de irregularidad que los señalará inmediatamente como pertenecientes á la serie oblicua: las aristas verticales pueden ser cortadas aisladamente dos á dos ó todas ellas, produciendo prismas de seis, ocho ó más caras: los cortes paralelos á las diagonales dan prismas oblicuos de base rectangular.

Las analogías de accidentes, aplicados á su vez á los elementos de una misma especie de cada sistema, nos hace ser menos difusos en estos últimos casos.

Las analogías de accidentes, aplicados á su vez á los elementos de una misma especie de cada sistema, nos hace ser menos difusos en estos últimos casos.

Sexto sistema cristalino.

El prisma oblicuo, no simétrico, termina la serie de ejes oblicuos, y los grupos en que están clasificados los cristales: en este prisma son desiguales sus tres ejes oblicuos, y por consiguiente son más variados sus elementos cristalográficos. (Figura 23ª)

Sus ángulos sólo son iguales dos á dos.

Las cuatro aristas de una base son desiguales entre sí y tienen sus análogos entre las de la otra base.

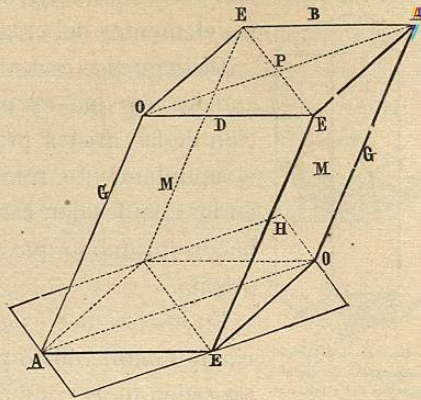
Accidentes en los ángulos E.

Modificaciones en las aristas.

Prisma oblicuo no simétrico.

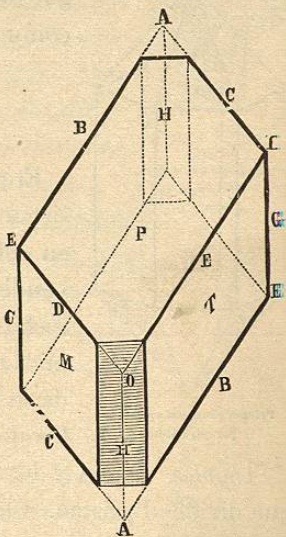
Diferencias entre sus elementos.

F. 22ª



Prisma del 5º sistema.

F. 23ª



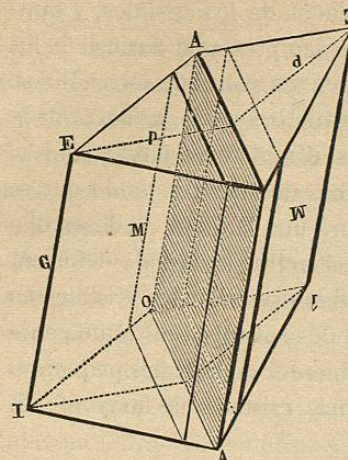
Prisma del 6º sistema.

Las cuatro aristas verticales sólo son iguales dos á dos.

De esta falta de simetría viene mayor complicacion en las modificaciones; pero presentándose así por pares es muy fácil reconocer este sistema.

Las modificaciones sobre los ángulos pueden revelar en algunos casos la falta de simetría en este sistema cristalino: todas ellas darán caras simples ó biseles combinados con las bases ó con los accidentes de los otros ángulos. Consideraciones análogas se hacen respecto de las aristas: debe advertirse que en este sistema son frecuentes las hemitropias. (Figura 24ª)

F. 24ª



Prisma hemitropo del 6º sistema.

CONSIDERACIONES FINALES SOBRE LA CRISTALOGRAFÍA.

Todo el artificio que debe ponerse en práctica para reconocer las diversas modificaciones que hemos anotado en los seis sistemas cristalinos, consiste en tener presente cuáles son los elementos del tipo que se considera, y si las modificaciones proceden de simples truncamientos ó de biseles ó apuntamientos. No debe olvidarse en todo reconocimiento previo, que la clasificación del sistema á que corresponde el cristal que se considere, depende de la posición y longitud relativa de sus ejes.

Es cierto que al pasar de la teoría cristalográfica á las determinaciones prácticas sobre los cristales naturales, se encontrarán diferencias que á primera vista pueden tomarse por dificultades serias; pero un exámen atento de los casos que se presenten hará que el estudio se facilite y se puedan aplicar las consideraciones teóricas que ántes expusimos.

Regla para la determinacion de los cristales.

Dificultades en la práctica.

Irregularidades en los cristales naturales.

Esas dificultades dependerán especialmente de que á veces no se perciben más que partes aisladas de los cristales, y tambien por las deformaciones que pueden presentar á causa de los desarrollos irregulares que adquieren las caras de esos sólidos. La primera dificultad se vence acostumbrándose, á fuerza de la práctica, á considerar los cristales completos, cuando sólo se perciben algunos de sus elementos, del mismo modo que se comprende un cristal dibujado sobre una lámina. Al desarrollo irregular de las caras se unen á veces otras causas de deformación, como los accidentes que pueden presentar los cristales en la superficie, las estrías, líneas, ángulos salientes, etc., que generalmente son indicantes de agrupamientos de cristales pequeños, cuyo conjunto constituye uno ó más cristales de mayores dimensiones.

Constancia en la inclinación de las caras.

En estas irregularidades lo que queda de constante es la inclinación de las caras, ó mejor dicho, la rigurosa precisión de los ángulos; así es que el goniómetro viene á ser el especial auxiliar en las determinaciones de los cristales deformados.

Importancia de los cruceros.

La observación de los cruceros da gran luz en las formas dudosas, puesto que en muchos casos se deduce la forma primitiva por la división según los planos de crucero.

Resumen de caracteres en el primer sistema.

Pero ante todo es preciso tener presentes los elementos modificables de cada forma típica y los derivados á que da lugar, así como las circunstancias siguientes que caracterizan determinados grupos. Sigamos á Burat en las reglas sencillas que recomienda para esas determinaciones. En el primer sistema, cuando se conservan las caras primitivas, se encuentran ángulos de 90°, y además es característica en el sistema cúbico la simetría de las modificaciones sobre las caras primitivas adyacentes.

En el segundo sistema.

En el 2º sistema los prismas cuadrados presentan ángulos de 90°; pero en general se hallan terminados por pirámides y truncamientos. Las modificaciones son simétricas y múltiples de 4 sobre los ángulos y las aristas.

En el tercero.

En el tercer sistema las modificaciones son múltiples de 2 sobre los extremos; los demás, así como los truncamientos sobre

dos aristas de las bases, solamente caracterizan al prisma rombal recto.

En el sistema romboédrico son características las modificaciones únicas en los ángulos A; las otras múltiples de 3 sobre la mitad del cristal. Los prismas exagonales que carezcan de apuntamientos pudieran confundirse con los derivados de otros sistemas; mas los cruceros servirán para distinguir el prisma exagonal regular.

En el 5º sistema son características las modificaciones sobre los ángulos A y O, únicas sobre la mitad del cristal; modificaciones múltiples de 2 sobre las aristas de las bases; múltiples de 2 sobre las aristas del prisma.

En fin, en el 6º sistema, su falta de simetría y el hecho de presentar modificaciones únicas ó aisladas, son caracteres bastantes para reconocerlo.

Como se ve, estas reglas no son sino la traducción del examen que en cada sistema cristalino hicimos de los elementos de que consta, pues allí observamos cuantas modificaciones deben aparecer, dados los elementos de una misma especie propios de cada figura primitiva, y de aquí que las modificaciones sean múltiples de tal ó cual número.

CAPÍTULO III.

TEXTURA DE LOS MINERALES.

Se llama textura al aspecto natural de las superficies de los cuerpos, y que es debida al modo con que se hallan colocadas sus partes constitutivas, y se designa con el nombre de *fractura* á la superficie puesta á la vista por ruptura ú otro medio artificial.

Este arreglo natural de las partículas de los cuerpos minera-