dustriales, se apresura de un modo muy estraordinario á difundir en la clase obrera todos los conocimientos indispensables para que no desmerezcan sus artefactos. Así es, que en el Conservatorio de Artes y Oficios de París, se abrió en 1824 un curso de Geometría y de Mecánica aplicadas á las artes. En los discursos que el sabio Mr. Charles Dupin, encargado de esta enseñanza, y á quien he tenido la satisfaccion de oir, ha pronunciado en diferentes ocasiones, de tal modo hace ver la ventaja y aun la absoluta necesidad de semejante instruccion, que por su influjo se van abriendo otros cursos análogos en varias ciudades de Francia.

El gobierno de Suecia queriendo favorecer el desarrollo y los progresos de la industria, por una instruccion popular é industrial, mas fácilmente accesible y mas generalmente esparcida, acaba de decretar el establecimiento de una *escuela technológica*, cuyos cursos, análogos á los del Conservatorio de artes y oficios de París, debian abrirse en Enero de 1826. Tambien va á plantearse en Rusia otro establecimiento análogo. Y en España tenemos ya varias cátedras con este objeto, no solo en el Conservatorio de Artes de Madrid, sinó en varias ciudades de provincia, como Granada, Sevilla, Málaga, Murcia, Badajoz, Burgos, Santiago, Cádiz, Oviedo y Valencia.

AFINITOLOGIA.

404. *Afinitología* es la ciencia que trata de aquella propiedad que tienen los cuerpos, en virtud de la cual sus moléculas se dirijen las unas á unirse con las otras.

Los antiguos reconocian como elementos al *aire*, *tierra*, *fuego* y *agua*, porque no los podian descomponer en otras sustancias mas simples; y suponian que de la combinacion de estos cuatro principios resultaban todos los cuerpos de la naturaleza. Pero los Químicos modernos han demostrado que ninguna de estas sustancias es simple; en efecto, el aire se compone de otras dos, que se llaman *oxígeno* y *azóe*, en una proporcion tal, que en 100 partes de aire en volúmen hay 21 de oxígeno y 79 de azóe tambien en volúmen. Lo que comunmente se llama *tierra*, es bien conocido de todos, que puede ser de diversa naturaleza; pues en general es una mezcla de varias sustancias ú óxidos metálicos, como son la cal, la arcilla etc. compuestas ellas mismas de metales unidos al oxígeno. El *fuego* se compone de una sustancia, á la cual se le debe la propiedad de hacer visibles los objetos, y que se llama *lumínico*: y de otra que tiene la propiedad de escitar en nosotros la sensacion que llamamos *calor*, y por lo mismo al agente que le produce se le caracteriza con el nombre de *calórico*. El *agua* se compone de dos sustancias que son *oxígeno* é *hidrógeno*, en una proporcion tal que el volúmen del hidrógeno es doble del del oxígeno, y en 100 partes de agua en peso hay 88 de oxígeno, y 12 de hidrógeno tambien en peso.

405. Los Químicos consideran como *cuerpos simples*, *elementos ó principios elementales*, á aquellas sustancias que por los conocimientos actuales de la ciencia no se pueden descomponer; y en el dia el número de estas sustancias, asciende á 57. De estas hay cuatro que son *imponderables*, es decir, que no se ha podido apreciar su peso hasta el dia, ni aun con las balanzas mas exactas, y son las siguientes: el *calórico*, el *fluido lumínico ó luminoso*; el fluido *eléctrico*, que es el que produce los rayos en las tempestades; y el fluido *magnético*, que es el que produce, en lo que se llama *piedra iman*, la propiedad de dirigirse por un lado hácia el norte.

406. Los otros 53 cuerpos todos son ponderables; de estos hay 12 que no son metálicos, á saber: *oxígeno*, *hidrógeno*, *boro*, *fluorina*, *bromo*, *carbono*, *fósforo*, *azufre*, *selenio*, *iodo*, *cloro* y *azóe*. Los otros 41 son sustancias metálicas, es decir, que son opacas, muy brillantes, capaces de recibir un hermoso pulimento, buenos conductores del calórico y de la electricidad, susceptibles de combinarse con el oxígeno, y de convertirse en unos óxidos deleznables y

sin lustre; puestos por el órden de afinidad que tienen con el oxígeno, guardan próximamente este órden: *silicio, circonio, torinio, aluminio, itrio, glucinio, magnesio, calcio, estroncio, bario, litio, sodio, potasio, manganesio, zinc, hierro, estaño, arsénico, molibdeno, cromo, tunsteno, colombio ó tántalo, antimonio, uranio, cerio, cobalto, cadmio, titánio, bismuto, cobre, telurio, níquel, plomo, mercurio, osmio, plata, rodio, paladio, oro, platino, iridio.*

407. Todos los demas cuerpos de la naturaleza constan de algunas de estas 57 sustancias simples, y por lo mismo se llaman *compuestos*. Si solo constan de dos sustancias simples, se llaman *binarios;* si de tres, *ternarios;* y así sucesivamente. Las sustancias simples que entran en la composicion de un cuerpo, se dice que son sus *principios constitutivos;* y así, pues que el agua se compone de oxígeno y de hidrógeno, resulta que estos son sus principios constitutivos; no se debe confundir lo que se entiende por principios constitutivos, con lo que se llama *molécula* ó *parte integrante* de un cuerpo, que es una parte del mismo cuerpo que tiene la misma naturaleza que él. Así, separando de un vaso, que tiene agua, una gota de ella, esta gota, sea grande, sea pequeña, goza de las mismas propiedades que la demas agua que quedó en el vaso, y se compone de los mismos principios constitutivos, á saber, de oxígeno y de hidrógeno, y en las mismas proporciones que el agua del mismo vaso; y por lo cual se puede considerar como su molécula ó parte integrante. Pero cada uno de los principios constitutivos tiene propiedades que le son peculiares, que no son las del uno las mismas que las del otro, y son muy diferentes de las del compuesto *agua*. Así es, que tanto el oxígeno como el hidrógeno son fluidos, y el agua es líquida; el oxígeno es bueno para la respiracion, y el hidrógeno no se puede respirar en él, porque mata á los animales que le respiran; el oxígeno es 15 veces mas pesado que el hidrógeno; y 706 veces ménos pesado que el agua.

408. A la causa, de cualquier naturaleza que sea, por medio de la cual se combinan dos sustancias simples cuando se ponen en contacto, se le caracteriza con el nombre de *afinidad;* y se llama *cohesion*, á la fuerza con que están unidas entre sí las moléculas integrantes.

A lo que hemos llamado afinidad, se le ha dado tambien el nombre de *atraccion molecular;* porque se ha notado una cierta analogía en el modo de obrar entre esta fuerza y la *atraccion celeste* ó *gravitacion universal;* pero con la diferencia de que la afinidad obra á distancias insensibles, ó solo poniendo en contacto las sustancias, siendo así que la atraccion celeste se verifica á distancias muy considerables, y entre masas muy grandes.

409. Para determinar con exactitud las leyes de la afinidad entre las sustancias simples, se necesita atender á siete circunstancias: 1ª *á la cantidad relativa de cada cuerpo de los que se ponen en contacto;* 2ª *á si estos cuerpos son simples ó están combinados;* 3ª *á la cohesion que tienen entre sí;* 4ª *al calor á que se hallan espuestos;* 5ª *á la cantidad y calidad del fluido eléctrico que tengan;* 6ª *á su peso específico;* y 7ª *á la presion que sufren;* pues segun varíe alguna ó algunas de estas circunstancias, variarán las leyes de la afinidad.

410. Los cuerpos nos ofrecen dos especies distintas de combinaciones; cuando tienen mucha afinidad no se combinan, sinó en un cierto número de proporciones: y cuando tienen poca afinidad, parece que pueden combinarse de muchas maneras. En el primer caso, las propiedades del compuesto son muy diferentes de las que tienen las sustancias componentes; y en el segundo no se diferencian mucho; de este último género de combinaciones es la que resulta de echar azúcar ó sal en el agua; pues en el compuesto notamos las propiedades del agua y las de la sal ó azúcar; del primer género de combinaciones es la que resulta quemando en el aire libre el azufre, que es un cuerpo insípido é inodoro, pues se combina con el oxígeno del aire y forma

el ácido sulfúrico, que es un cuerpo, cuyo sabor y olor son sumamente fuertes.

411. Se dice en todos los casos que un cuerpo está *saturado* de otro, cuando está combinado con toda la cantidad posible de él.

El determinar con exactitud la medida de la afinidad de las diversas sustancias, es sumamente difícil. Sin embargo, ya se ha dado un paso bastante ventajoso. Para formarnos idéa de él, debemos observar que los cuerpos simples *boro, carbono, fósforo, azufre, azóe* y *iodo,* combinados en determinadas porciones con el oxígeno, forman sustancias binarias que se llaman *ácidos,* y que tienen la propiedad de enrojecer los colores azules vegetales, tal como el de violeta; ciertas combinaciones del potasio y sodio con el oxígeno, que se conocen con el nombre de potasa y de sosa, que se llaman en general *álcalis* ó *sustancias alcalinas*, tienen la propiedad de enverdecer los colores azules de los vejetales, como el de la *violeta*; combinándolos en ciertas proporciones resulta un compuesto que no muda ni el color del tornasol, ni el de la violeta.

En este estado se dice que el compuesto está formado de cantidades de ácido y de álcali, tales que se *neutralizan* ó se *saturan* recíprocamente; y como esta saturacion es un efecto inmediato de la afinidad de estos cuerpos, se puede considerar como la medida de esta misma afinidad; por lo que se puede decir que *las afinidades de los álcalis con los ácidos son proporcionales á las cantidades en que se necesitan combinar para saturarse.* De manera que si una parte de un álcali A necesita para su saturacion una parte del ácido B, dos partes del ácido C y tres del ácido D, las afinidades del álcali para con los ácidos B, C, D, guardarán la razon de 1:2:3.

412. En los mas de los casos el estado actual de la ciencia no se estiende á mas que á determinar cual es de dos, tres ó mas cuerpos, el que tiene mas afinidad para con el otro: para lo cual se empléan diferentes medios.

Yo creo que se debería tener en consideracion, ademas de todas las circunstancias indicadas (409), el tiempo que deben estar en contacto las sustancias para que se efectúe la combinacion.

CRISTALOGRAFIA.

413. Si examinamos con atencion los cuerpos que nos rodéan, hallarémos que se pueden dividir en dos grandes clases: los unos gozan de *vida*, que consiste en nacer, crecer, tomar diferentes formas, reproducirse por órganos destinados para la generacion, dando orígen á nuevos individuos de su misma especie, y á cierta época desaparecer, como son los vegetales y los animales, y se caracterizan con el nombre general de cuerpos *orgánicos;* los otros privados de todas las circunstancias que constituyen la vida, se caracterizan con el nombre de *cuerpos inorgánicos ó minerales*: tales son el aire, el agua, las piedras, los metales, etc.

414. Una piedra tal como el mármol, un metal como el hierro, una sal como el alumbre; un líquido como el agua, un fluido como el aire, y en una palabra todos los cuerpos que no se ven nacer, que no viven y que no se reproducen, se forman y crecen de una manera enteramente diferente de aquella con que lo ejecutan los vegetales y animales.

Un mineral se forma por la reunion de moléculas semejantes entre sí, que componen una masa, y no sufren ninguna mudanza en su agregacion; y si aumenta de volúmen, se observa que nuevas capas se aplican á su superficie y le cubren por todas partes; y por esto se dice que crecen por *yuxtaposicion* ó *agregacion.*

Una vez formado el mineral, le basta para conservarse el que subsistan las condiciones esteriores que le han producido: y, capaz por sí, de una duracion indefinida, no será destruido sinó por la aplicacion de fuerzas que estén fuera

de él. Mientras dure su existencia, no será susceptible de sufrir mudanzas sinó en su forma, en su volúmen y en su masa. Su fin será el resultado de las mismas fuerzas físicas, químicas y mecánicas, á que él ha debido su orígen, sin poder dar el ser á otro mineral, sinó cesando él mismo de existir.

415. Los vegetales y los animales, que se comprenden bajo la denominacion de *cuerpos vivos*, tienen por orígen una *generacion;* es decir, que provienen siempre de una molécula que ha estado en otro cuerpo semejante á él, y que despues de una serie de desarrollos determinados, le han formado. Crecen de muy diverso modo que los minerales; pues las sustancias que concurren para su crecimiento, no se les parecen por lo regular en nada. Estas materias, trasportadas por ellos, en su interior, ó puestas solamente en contacto con ellos, son recibidas en totalidad ó en parte, por conductos ú órganos que tienen la propiedad de modificarlas y de distribuirlas en todas las partes del animal ó vegetal, de *asimilarlas* á estas partes, de depositarlas allí y de concurrir así á su crecimiento; de manera, que todo lo que contribuye para aumentar el volúmen de estos séres, proviene de su interior, y este modo de crecer se dice que es por *intususcepcion.* Su *conservacion* depende de lo que se llama *nutricion*, que consiste en el mecanismo por el cual estos séres reciben sin cesar, de fuera de ellos mismos, nuevos materiales para recomponer sus órganos, y desechar al mismo tiempo algo que los formaban preliminarmente. Mientras dura su existencia, presentan mutaciones constantes y determinadas, que es lo que se espresa bajo el nombre de *edades*, y gozan la facultad de *reproducirse,* esto es, de poder dar la existencia á otros cuerpos semejantes, sin dejar por esto de existir ellos mismos. Su duracion es limitada; y en cada especie, es proporcionada á la solidez del mecanismo interior por el que se efectúa su nutricion: y el tiempo que dura su existencia, que se reconoce principalmente por las dos facultades

de *nutricion* y *reproduccion*, que cooperan á la conservacion del individuo y de su especie, es á lo que se llama *vida.* Su fin constituye lo que se llama *muerte* en los animales, y *secarse* en los vegetales.

416. Los cuerpos inorgánicos simples, es decir, aquellos que no resultan de la agregacion de muchas especies diferentes, están formados de moléculas ó partes infinitamente pequeñas, todas semejantes á la masa que componen; así es, que si en una barra de oro puro se deprende una partícula, de cualquier parte que se la tome, será en un todo semejante á la masa de oro de que formaba parte. Esta semejanza entre el todo y sus partes, no se encuentra en los animales ni en los vegetales. Las hojas no representan el árbol en pequeño; siendo así que un cubo de sal representa en pequeño una masa cúbica de la misma sal; por lo que se nota que en los cuerpos orgánicos hay *individuos*, es decir, hay seres compuestos de moléculas diferentes, que no se pueden dividir sin ser destruidos, mientras que en los minerales no se ven individuos, sinó solamente masas mas ó menos gruesas, que pueden ser divididas casi al infinito en pequeñas partes similares, que tiene cada una las mismas propiedades que la masa de que han sido separadas.

417. Los minerales y muy probablemente todas las sustancias inorgánicas, cualquiera que sea su origen*, gozan de otra propiedad muy notable que es la de *cristalizar*, es decir, de tomar una forma poliédrica de ángulos constantes cuando las circunstancias lo permiten; y la ciencia que trata de manifestar las leyes con que la naturaleza efectúa la cristalizacion, se llama *Cristalografía*, ó segun algunos *Cristalología.*

418. Los cristales, que son los productos de la cristalizacion, son unos cuerpos terminados naturalmente por un cierto número de facetas planas y brillantes, como si hu-

* La esperma de ballena, que es de origen animal, y el alcanfor, la azúcar, etc. que son producciones vegetales, son susceptibles de cristalizar.

biesen sido talladas y pulimentadas por un lapidario. Estas facetas forman entre sí ángulos, que son constantemente los mismos en diversos pedazos de una misma variedad de cristal.

Para que la cristalizacion se pueda verificar, es necesario que los cuerpos estén reducidos á sus moléculas integrantes; y que estas moléculas estén bastante aproximadas, para que su atraccion recíproca sobrepuje á la atraccion que ejerce sobre ellas el cuerpo que las tiene divididas.

La separacion de las moléculas solo puede ser producida por la accion del calórico, ó por la disolucion de un sólido, sea en un líquido, sea en un fluido elástico.

419. Cuando la atraccion de composicion (es decir, la que hay entre dos cuerpos de naturaleza diferente, como la que un líquido ejerce sobre las moléculas integrantes de un cuerpo, y en virtud del cual las tiene separadas), viene á cesar ó disminuir suficientemente por una causa cualquiera, las moléculas integrantes abandonadas á ellas mismas, se aproximan, se reunen simétricamente, y forman un cuerpo regular, que es lo que se llama *cristal*.

Así cuando se pone sal ó azúcar en el agua, este líquido separa las moléculas integrantes de estas sustancias; se combina con ellas, y las hace invisibles formando un todo homogéneo, que es lo que se llama una *disolucion*.

Mientras que el agua por su atraccion de composicion permanezca unida á estos cuerpos, sus moléculas permanecen separadas; pero si se disminuye por una fuerza cualquiera la accion química del agua sobre estas sustancias, por ejemplo, si se hace evaporar el agua, á medida que las moléculas integrantes de la sal ó del azucar, se aproximan, obedecen á su atraccion de agregacion ó fuerza de cohesion, se reunen simétricamente, y producen cristales de sal ó de azúcar.

420. De todo esto se deduce: 1º que la atraccion de composicion, ejercida por un líquido ó por un fluido sobre las moléculas de un cuerpo que está suspendido en él, se

opone á la cristalizacion de este cuerpo; y que para que la cristalizacion llegue á verificarse, es indispensable que esta atraccion cese, ó á lo menos que disminuya suficientemente.

2º Que las formas poliédricas y constantes de los cristales, se deben á la colocacion simétrica de sus moléculas integrantes: las cuales parece que tienen ellas mismas una forma poliédrica y constante. Ademas para que la cristalizacion sea mas regular, se necesita que la masa del disolvente sea muy superior á la del cuerpo disuelto y que se halle en reposo; pues si faltan estas condiciones no se obtiene sinó una cristalizacion confusa.

421. En la cristalizacion se nota: 1º que en el momento en que se efectúa, se desprende un calor muy sensible, debido á la aproximacion de las moléculas del cuerpo que cristaliza. 2º Que un movimiento brusco, ó la presencia de un cuerpo estraño, decide la cristalizacion, y hace precipitar algunas veces un gran número de cristales. 3º Que la luz es favorable á la cristalizacion, y que los cristales se depositan en mucho mayor número en la parte de los vasos que se encuentra opuesta á ella. 4º Que los ángulos y las aristas parece que se forman los primeros. 5º Que los cristales que se hallan en el fondo de un vaso, aumentan mas en el sentido horizontal que en el vertical. 6º Que poniendo en un vaso largo y estrecho cristales á diferentes alturas enmedio de un agua saturada, los cristales del fondo crecen mas velozmente que los de la superficie; y que hay un momento en que los del fondo crecen mientras que los de la superficie se disuelven. 7º Que los cuerpos simplemente fundidos mudan de volúmen, no solo al cristalizar, sinó aun algunos instantes antes de que se verifique este fenómeno; la mayor parte, el mercurio y el aceite entre otros disminuyen de volúmen; el agua al contrario se dilata, no solo al helarse, sino aun un poco antes del momento de su congelacion: lo que hace que el hielo es menos pesado que el agua, á igualdad de volúmen.

422. Examinando con alguna atencion un gran número de cristales, se observa que una misma sustancia es susceptible de presentarse bajo formas muy diferentes, que parecen aun algunas veces no tener ninguna relacion entre sí.

No obstante, parece que las moléculas integrantes de un mismo cuerpo son todas de la misma forma, y por consiguiente que los sólidos variados que producen por su reunion, están todos compuestos de pequeños cristales semejantes á la molécula integrante de este cuerpo.

El gran paso que se ha dado en estos últimos tiempos en la cristalografía, es el determinar el modo con que se colocan las moléculas semejantes para formar cristales tan diferentes; como se disponen, por ejemplo, las moléculas romboidales del carbonato de cal ó espato calizo para producir ya romboides, ya prismas, etc.; y las moléculas cúbicas del sulfureto de hierro ó pirita marcial para producir cubos, octaedros, icosaedros, etc.

423. No pudiéndose hacer *à priori* esta indagacion, se ha seguido el rumbo opuesto; y se ha observado que la mayor parte de los cristales se pueden dividir mecánicamente en el sentido de sus láminas. Esta division regular se efectúa ó por medio de la percusion, ó con el auxilio de un instrumento de acero que se introduce entre las láminas de los cristales, ó esponiéndolos á un grado de calor muy fuerte y echándolos despues repentinamente en agua muy fria, se consiguen en él ciertas grietas que facilitan la separacion de las láminas. Las caras que se obtienen de esta manera, gozan de un pulimento natural, siendo así que por la fractura ordinaria se obtienen superficies irregulares y escabrosas.

Cuando las nuevas caras que se descubren por esta division, no son paralelas á las del cristal sobre que se obra, se obtiene, continuándola hasta el punto necesario, otro cristal que es divisible paralelamente á todas las nuevas caras producidas por este medio, al cual se le llama el *núcleo* ó *la forma primitiva* de la especie de mineral á que pertenece. Y por las observaciones mas ingeniosas se ha llegado á descubrir que la figura de la forma primitiva ó de este núcleo es siempre una de las seis siguientes: 1° el paralelepípedo; 2° el prisma exaedro regular; 3° el dodecaedro romboidal; 4° el octaedro; 5° el tetraedro regular; y 6° el dodecaedro bipiramidal ó terminado en dos pirámides.

424. Para cada una de estas formas, hay una teoría matemática muy ingeniosa; y por los ángulos que forman los planos entre sí y demas circunstancias, se llega á determinar en un cristal cualquiera, cual es la forma de su núcleo, la de su molécula integrante (que puede ser ó tetraedro regular, ó prisma triangular ó paralelepípedo) y el modo con que se ha formado el cristal.

Para la medicion de los ángulos que forman las caras de un cristal, se hace uso del instrumento (fig. 133) que se llama *goniómetro*, que quiere decir *medidor de ángulos*. Consiste en un semicírculo graduado MTN, que tiene las dos piezas CB, CG, entre las cuales se coloca el ángulo del cristal que se quiere determinar; y por medio de la pieza CA se ve en el limbo del instrumento el número de grados correspondiente al ángulo NCA, igual con el GCB, por opuesto al vértice, y por consiguiente igual con el que forman las caras del cristal á que se han aplicado las piezas CB, CG.

425. Como los cristales suelen estar en la matriz ó ganga en que se crian, y no conviene aislarlos, este instrumento tiene la disposicion conveniente para que las partes CG, CB, puedan acortarse cuando se necesite por medio de las correderas *Cn*, *Cr*; y ademas para que el cuadrante MT se pueda doblar hácia atras por medio de la pieza OC. Este instrumento ha recibido mejoras por Mr. *Gillet*; pero Mr. *Charles* hace uso en el dia, para medir los ángulos de los cristales, de un goniómetro, fundado en la reflexion de la luz, que es mas ventajoso, por cuanto tiene la disposicion necesaria para repetir los ángulos.